



EESTI MAAÜLIKOOL
Majandus- ja sotsiaalinstituut

Kristiina-Karoliina Mägi

**TAVA- JA MAHEPÕLLUMAJANDUSLIKU TALINISU
KASVATAMISE TOOTLIKKUS JA
KVALITEEDINÄITAJAD EESTI MAAÜLIKOOLI
KATSEPÕLDUDE TEISE ROTATSIOONI NÄITEL
AASTATEL 2013–2017**

PRODUCTIVITY AND QUALITY INDICATORS OF
CONVENTIONAL AND ORGANIC WINTER WHEAT ON THE
BASIS OF THE SECOND ROTATION IN THE ESTONIAN
UNIVERSITY OF LIFE SCIENCES FIELD TRIAL IN 2013–2017

Bakalaureusetöö

Maamajandusliku ettevõtluse ja finantsjuhtimise õppekava

Juhendaja: Liis Oper *MA*,
Liina Talgre *PhD*

Tartu 2021

Eesti Maaülikool		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Kreutzwaldi 1, Tartu 51006			
Autor: Kristiina- Karoliina Mägi		Õppekava: Maamajanduslik ettevõtlus ja finantsjuhtimine	
Pealkiri: Tava- ja mahepõllumajandusliku talinisu kasvatamise tootlikkus ja kvaliteedinäitajad Eesti Maaülikooli katsepõldude teise rotatsiooni näitel aastatel 2013–2017			
Lehekülgi: 51	Jooniseid: 7	Tabeleid: 7	Lisasid: 3
Osakond / Õppetool: Majandus- ja sotsiaalinstituut ETIS-e teadusvaldkond ja CERC S-i kood: Põllumajandusökonomika S187 Juhendaja(d): Liis Oper, MA ja Liina Talgre, PhD Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu 2021			
<p>Tava- ja mahepõllumajandusliku talinisu kasvupind Eestis on suurenenud, seepärast on tootjatel tootmise juhtimiseks ja planeerimiseks vaja igakülgset teavet nii tootmissisendite, tootmisprotsessi kui saadava toodangu potentsiaalse mahu ja kvaliteedi kohta. Käesoleva uurimuse eesmärk on selgitada talinisu kasvatamise tootlikkuse ja vilja kvaliteedinäitajate erinevusi tava- ja maheviljelusviiside teise rotatsiooni võrdluskatsete põhjal aastatel 2013-2017. Töös kasutatavad andmed pärinevad Eesti Maaülikooli põllumajanduse ja keskkonnainstituudi viljelusviiside teise rotatsiooni (aastatel 2013-2017) põldkatsetest, milles on neli tavaviljeluse ja kolm maheviljeluse varianti. Uurimuses kasutatakse andmete kvantitatiivset analüüsi.</p> <p>Tavaviljeluse katsetes ei eristunud üks variant suurima saagikusega viie katseaasta jooksul, kolmel aastal oli suurim saagikus variandis N150. Kvaliteedi järgi liigitusid aastatel 2013, 2014 ja 2016 kõikide tavavariantide nisusaagid toidunisu alla, liigitudes esimesse kuni neljandasse kategooriasse. Aastatel 2015 ja 2017 liigitus toidunisu alla ainult variant N150, kuuludes kvaliteedilt neljandasse kategooriasse ning ülejäänud variantide vili kuulus nendel aastatel ainult söödanisu alla.</p> <p>Maheviljeluse variantidest oli kolmel aastal kõrgeima saagikusega vahekultuuridega variant, vaid ühe aastal oli kõrgema saagikusega vahekultuuride ja sõnnikuga väetatud variant. Kvaliteedilt liigitusid mahevariandid aastatel 2014 ja 2016 toidunisu alla ning nõuete järgi kuulus see kolmandasse ning neljandasse kategooriasse. Aastatel 2013, 2015 ja 2017 ei vastanud mahesüsteemi talinisu kvaliteedinõuetele ning seda sai kasutada ainult söödaviljana.</p>			
Märksõnad: talinisu, mahepõllumajandus, tavapõllumajandus, saagikus, kvaliteet			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51006		Abstract of Bachelor’s Thesis	
Author: Kristiina- Karoliina Mägi		Curriculum: Rural Entrepreneurship and Financial Management	
Title: Productivity and quality indicators of conventional and organic winter wheat on the basis of the second rotation in the Estonian University of Life Sciences field trial in 2013-2017			
Pages: 51	Figures: 7	Tables: 7	Appendixes: 3
Department / Chair: Institute of Economics and Social Sciences Field of research and (CERC S) code: S187 Agricultural Economics Supervisors: Liis Oper, <i>MA</i> and Liina Talgre, <i>PhD</i> Place and date: Tartu 2021			
<p>The sown area of conventional and organic winter wheat in Estonia has increased, therefore, producers need comprehensive information on production inputs, production process, the volume and the quality of potential production. The purpose of the present Bachelor`s thesis is to explain the differences in the winter wheat productivity and grain quality indicators on the basis of the second rotation of field trial of conventional and organic farming in 2013-2017.</p> <p>The Bachelor`s thesis is based on secondary data collected from the field experiments of the second rotation (in 2013-2017) of the field trial of the Institute of Agricultural and Environmental Sciences of the Estonian University of Life Sciences. Four conventional and three organic variants have been evaluated by quantitative analysis.</p> <p>In the conventional farming experiments, in one year none of the variants stood out for the highest yield, however, in three years variant N150 provided the highest yield. In terms of quality, in 2013, 2014 and 2016, all conventional wheat yield variants were classified as food wheat, belonging to I-IV categories. In 2015 and 2017, merely one conventional farming variant N150, which belonged to the fourth category, was classified as food wheat, whereas the other variants were classified as feed wheat.</p> <p>As far as organic farming variants are concerned, in three years the variant, in which cover crops were grown, provided the highest yield. In one year, the variant, in which cover crops were grown and manure was applied, had considerably higher crop productivity. Based on quality, organic yield variants were classified as food wheat only in 2014 and 2016, belonging to the third to fourth categories, whereas in 2013, 2015 and 2017 organic variant yield was classified as feed grain.</p>			
Keywords: winter wheat, organic farming, conventional farming, crop yield, quality			

SISUKORD

SISSEJUHATUS	5
1. TERAVILJAKASVATUSE TOOTMISPROTSESS JA SELLE TOOTLIKKUSE MÕÕTMINE VILJELUSVIISIDE PÕHJAL.....	7
1.1. Talinisu tava- ja mahepõllumajanduslik tootmine	7
1.2. Teraviljakasvatuse tootlikkuse näitajad	16
1.3. Mahe- ja tavavilja peamised kvaliteedinäitajad- ja -nõuded	21
2. TALINISU TOOTLIKKUSE- JA KVALITEEDINÄITAJAD SÕLTUVALT VILJELUSVIISIST KATSEPÕLDUDE VÕRDLUKATSETE TEISE ROTATSIOONI PÕHJAL AASTATEL 2013- 2017	25
2.1. Bakalaureusetöö metoodika	25
2.2. Talinisu kasvatamise saagikus ja väetusefekt	26
2.3. Tava- ja maheviljeluse teravilja kvaliteedinäitajad	33
2.3.1. Talinisu langemisarv, mahumass ja proteiinisaldus.....	33
2.3.2. Talinisu saagi vastavus kvaliteedinõuetele	37
KOKKUVÕTE	40
KASUTATUD KIRJANDUS.....	42
LISAD	47
Lisa 1. Eerika katsepõllul kasutatud põllumajandusmasinad, kütusetarve ja jõudlus	48
Lisa 2. Eerika katsepõllu tööprotsessid tavapõllumajanduses ühes tootmistsüklis.....	49
Lisa 3. Eerika katsepõllu tööprotsessid mahepõllumajanduses ühes tootmistsüklis	50

SISSEJUHATUS

Põllumajanduslikus tootmistegevuses on väga oluline ettevõtte tasandil tootlikkust mõõta, selleks on vaja täpset teavet kasutatud tootmissisendite ja saadava toodangu mahu kohta. Talinisu kasvatamise tootmissisendid, -väljundid ning tootmisprotsess sõltuvad suuresti sellest, milline on tootmissuund- kas tegeletakse tava- või maheviljelusega. Tootmise juhtimisel ja tegevuste planeerimisel on suureks abiks põldkatsed, mis annavad teavet tootmisprotsessi ja selle sisendite kohta ning näitavad tootjale, kui suureks võib kujuneda toodangu maht ja milliste kvaliteedinäitajatega see toodang on. Lisaks tootlikkusele, sh saagikusele, on oluline tava- ja mahepõllumajanduslikus talinisu kasvatamises hinnata teravilja kvaliteedinäitajaid, mis samuti iseloomustavad tootmisprotsessi tulemuslikkust. Kvaliteedinäitajate järgi määratakse teravilja hilisem kasutus- toidu- või söödaviljana.

Bakalaureusetöö eesmärk on selgitada talinisu kasvatamise tootlikkuse ja vilja kvaliteedinäitajate erinevusi tava- ja maheviljelusviiside teise rotatsiooni võrdluskatsete põhjal aastatel 2013-2017.

Töö eesmärgi saavutamiseks püstitatakse alljärgnevad uurimisülesanded:

1. Anda ülevaade talinisu tootmisprotsessi sisenditest ja väljunditest tootmissuunast lähtuvalt ning selgitada tootmisprotsessi tulemusnäitajana tootlikkust ja teravilja kvaliteedinäitajaid.
2. Selgitada ja kirjeldada Eesti Maaülikooli põllumajanduse ja keskkonnainstituudi viljelusviiside võrdluskatsete sisendid ja väljundid põldkatsete alusel.
3. Tuua välja ja hinnata talinisu võrdluskatsete saagikusenäitajaid ning kvaliteedinäitajaid tava- ja mahepõllumajanduslikust tootmissuunast lähtuvalt.

Bakalaureusetöö tugineb teistele andmetele, mis pärinevad Eesti Maaülikooli põllumajanduse ja keskkonnainstituudi (edaspidi ka EMÜ PKI) tava- ja maheviljelusviiside võrdluskatsest talinisu kohta aastatel 2013-2017. Uurimistöö meetodiks on andmete kvantitatiivne analüüs. Teoreetilise osa koostamisel kasutatakse uurimistöid, sh

bakalaureuse- ja magistritöid, teadusartikleid, projektide aruandeid, erinevaid teemakohaseid käsiraamatuid ja muid väljaandeid.

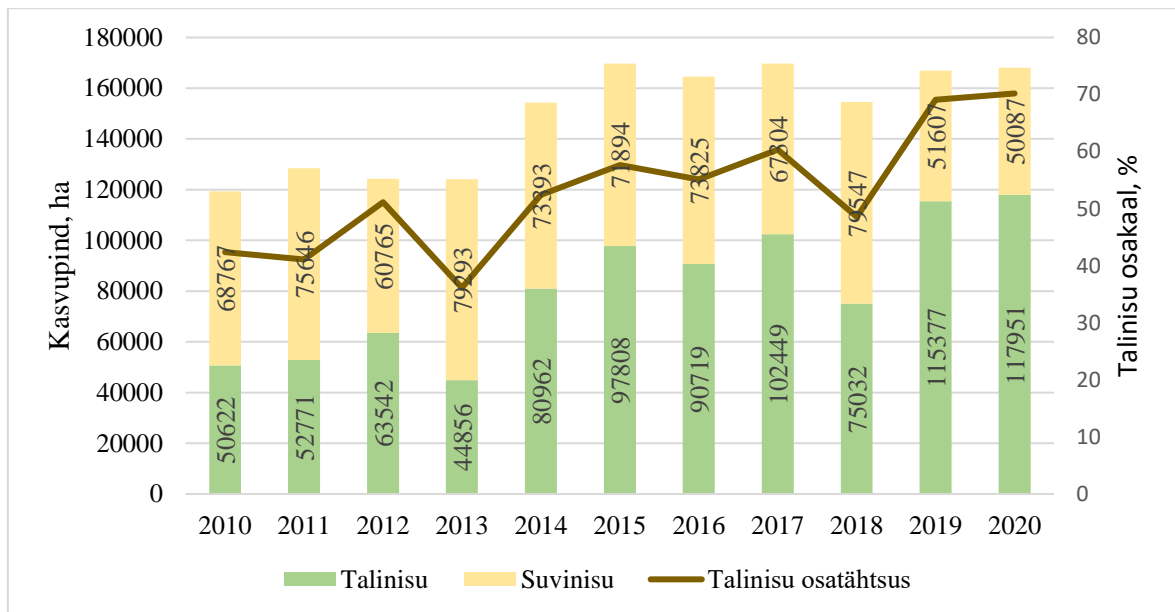
Bakalaureusetöö koosneb kahest osast. Teoreetilises osas antakse ülevaade talinisu kasvatamise tootmisprotsessi sisenditest ning väljunditest lähtuvalt viljelusviisist, selgitatakse tootlikkuse näitajaid ja nende mõõtmist taimekasvatuses ning tuuakse välja olulised kvaliteedinäitajad talinisu kasvatamises. Töö empiirilises osas võrreldakse võrdluskatsete tulemuste põhjal talinisu kasvatamise tootlikkust ning kvaliteedinäitajaid tava- ja mahepõllumajandusliku talinisu kasvatamise korral.

1. TERA VILJAKASVATUSE TOOTMISPROTSESS JA SELLE TOOTLIKKUSE MÕÕTMINE VILJELUSVIISIDE PÕHJAL

1.1. Talinisu tava- ja mahepõllumajanduslik tootmine

Nisu (*Triticum*) on üks vanimaid kultuurtaimi, mida hakati kasvatama Kagu-Türgis, ligikaudu 10 000 aastat tagasi. Alguses kasvatati üheteranisu ja see kandis nime Einkorn (*Triticum monococcum*). (Kasarda 2013: 1155-1156) Einkorn'i kõrval aretati välja Emmeri punane kõva nisu (*Triticum dicoccum*). Toona selekteerisid põllumehed välja paremad kultuurid, millest kõige enam levisid harilik nisu ja speltanisu. Enim kasvatatavad on harilik ehk pehme nisu ja durum ehk kõva nisu. (*Wheat historical development*) Eestis on kasvatatud rohkem kui 3000 aastat pehmet nisu, kuna see sobib põhjamaisesse kliimasse kõige paremini, kõva nisu kasvatamine nõuab kuivemat ja mandrilist kliimat. Pehme nisu jaguneb veel suvi- ja taliviljaks, suvinisu on parema küpsetuskvaliteediga ja sobib külmemasse kliimasse, talinisu sobib hästi jahedama kliimaga parasvöötmesse ja see külvatakse mulda sügisel. (Nisu...)

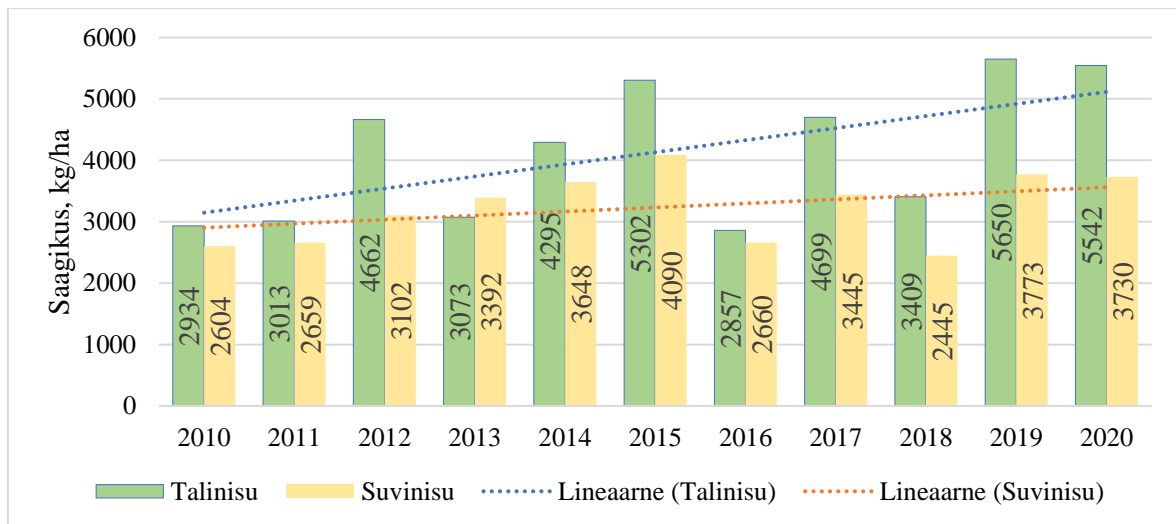
Talinisu kasvupind Eestis on kümne aasta jooksul on suurenenud (joonis 1, lk 8) ehk kui aastal 2010 oli talinisu kasvupind veel 51 000 hektarit, siis aastaks 2020 oli kasvupind juba ligikaudu 120 000 hektarit. Kui perioodi alguses ehk aastal 2010 oli talinisu kasvupinna osatähtsus nisu kasvupinnast 42%, siis perioodi lõpus ehk aastal 2020 moodustas talinisu kasvupinna osakaal 79%. See tähendab, et talinisu kasvupind on suurenenud kümne aasta jooksul rohkem kui poole ehk 69 000 hektari võrra. Suvinisu kasvupind seevastu on kümne aasta jooksul pigem vähenenud ehk kui aastatel 2010-2018 püsis see vahemikus 60 000-80 000 hektarit, siis aastal 2019 oli suvinisu kasvupind juba 50 000 hektarit, jäädes aastal 2020 samasse suurusjärku.



Joonis 1. Talinisu ja suvinisu kasvupind (ha) ning talinisu osatähtsus (%) nisu kasvupinnast Eestis aastatel 2010-2020 (PM0281)

Teravilja kasvatamisel on peamine ressurss maa ja selle ressursi vähenemine paneb inimesed järjest rohkem küsimuse ette, mida on kõige efektiivsem kasvatada. Sellest tulenevalt valitakse kasvatamiseks järjest rohkem neid kultuure, millel on suurem saagikus ja hektaritulu. Kuna talinisu annab suvinisust rohkem saaki, siis ongi otstarbekam suurendada talinisu kasvupinda. Majanduslikult kasulikumat teraviljakultuure tõrjuvad välja need kultuurid, millel on madalam saagikus ning väiksem majanduslik tulu. (Koppel 2010)

Uuritaval perioodil jääb talinisu saagikus vahemikku 3000-5500 kg/ha (joonis 2, lk 9). Kümne aasta jooksul on talinisu saagikus olnud kasvutrendis ning suurem kui suvinisul ehk kui aastatel 2010 ja 2011 oli talinisu saagikus ligikaudu 3000 kg/ha, siis viimastel aastatel ehk 2019 ja 2020 oli talinisu saagikus juba üle 5500 kg/ha. Kümne aasta jooksul on talinisu saagikus olnud suurem kui suvinisul, kuid seevastu rohkem ebastabiilsem. Põhjus on selles, et talinisu on suuremas sõltuvuses ilmast kui suvinisu, see tuleneb sellest, et talinisu on pikema kasvuperioodiga (Vocke *et al.* 2013: 5-6).



Joonis 2. Talinisu ja suvinisu saagikus (kg/ha) Eestis aastatel 2010-2020 (PM0281)

Suvinisu saagikus on jäänud kümneaastases perioodis vahemikku 2500-3800 kg/ha ja olnud samuti kasvutrendis ehk kui aastal 2010 oli suvinisu saagikus 2604 kg/ha, siis aastal 2020 oli see juba 3730 kg/ha. Suvinisu väiksemat saagikust põhjustab lisaks lühemale kasvuperioodile väiksem mulla veesisaldus ja kõrgemad temperatuurid taimede kasvuperioodil. (Klein *et al.* 2020)

Lisaks sellele, kas kasvatada tali- või suvinisu, tuleb põllumajandustootjal teha valik, kas valida tavapõllumajanduslik või mahepõllumajanduslik tootmissuund. Selleks, et planeerida teraviljakultuuride kasvupinda ja saagikust, tuleb tunda kogu tootmisprotsessi. Tava- ja mahepõllumajanduslik talinisu kasvatus erinevad üksteisest nii sisendite, tootmisprotsessi kui ka saagi koguse ja kvaliteedi poolest.

Tavapõllumajandus ehk intensiivne põllumajandus on protsess, kus kahjurite, haiguste ja umbrohu tõrjeks kasutatakse sünteetilisi taimekaitsevahendeid (tabel 1, lk 10). Tavapõllumajanduses tootmisressursse kasutades jäetakse tähelepanuta põllukultuuride ja mulla looduslik ebaühtlus põldude vahel, selline sisendite ühelaadne kasutus võib kaasa tuua nii ressursside üle- kui ka alakasutuse. Rohkem nendest esineb sisendite ülekasutust, et maksimeerida toodangu mahtu. Selline sisendressursside kasutamine võib küll suurendada saagikust, kuid teisalt toob see suurema keskkonnakahju ja lõpuks kasumlikkuse vähenemise. (Corwin *et al.* 2019)

Tabel 1. Tava- ja mahepõllumajanduse võrdlus (Muscanescu 2013: 255)

	Tavapõllumajandus	Mahepõllumajandus
Seeme	Putukamürkidega töödeldud seemned	Töötlemata seemned
Geneetiline muundamine	Geneetiliselt muundatud ained lubatud	Geneetiliselt muundatud ained keelatud
Väetised	Sünteeetilised väetised	Orgaanilised väetised
Pinnase kasutus	Sünteeetilise aine korral säilib pinnases vesi halvemini	Orgaanilise aine korral säilib pinnases vesi paremini
Umbrohutõrje	Umbrohu hävitamiseks kasutatakse herbitsiide	Umbrohu hävitamiseks on tehnilised võtted
Kahjurite tõrje	Kahjurite tõrjumiseks kasutatakse keemilisi vahendeid	Kahjurite tõrjumiseks kasutatakse teisi putukaid ja looduslikke vahendeid

Mahepõllumajandus on loodust hoidev taimekasvatuslik tootmisprotsess, mis põhineb lokaalsetel taastumatel varadel ja balansseeritud aineringsusel (Kremen *et al.* 2012). Kogu tootmisprotsess põhineb ökoloogilisel printsiibil – mida komplitseeritum ja mitmekesisem on agroökosüsteem, seda kauakestvam see on (Feledyn *et al.* 2016). Mahepõllumajandust võib nimetada kombinatsiooniks, mis tekib kombineerides omavahel klassikalisi põllumajandusmeetodeid ja uuemat teaduslikku ning tehnoloogilist informatsiooni. Selles tootmisuunas ei ole lubatud kasutada sünteeetilisi väetisi, pestitsiide ega geneetiliselt muundatud organisme. Mullaviljakuse parandamiseks kasutatakse orgaanilisi ehk looduslikke väetisi, millega soodustatakse mulla bioloogilist aktiivsust. Mulla toitainearvusi täiendatakse lisaks orgaanilistele väetistele ka liblikõieliste poolt seotud lämmastikuga (Talgre *et al.* 2009: 70-75). Umbrohu, haiguste ja kahjurite tõrjeks kasutatakse erinevaid looduslikke ja agrotehnilisi meetodeid, milleks on vastupidavamate sortide valik, sobivad külvikorrad ja röövtoiduliste putukate esinemise soodustamine, kes on kahjustajate looduslikud vaenlased. Kui eelnevatest tingimustest jääb väheks, siis võetakse kasutusele bioloogiline umbrohutõrje (Carlsson jt 2008: 53-61).

Teravilja külv ja sordivalik sõltub eelkõige sellest, millist teravilja täpsemalt kasvatatakse. Nii tava- kui mahetalinisu külvisenormi määramisel lähtutakse (tabel 2, lk 11): sordi omapärasest, külviajast ja -viisist, ilmastikust, mulla tüübist ja viljakusest. Talinisu soovitatatakse külvata pigem vara kui hilja, kuna see on kõige tähtsam aspekt, et tagada taimede ellujäämine talveperioodil. Teisalt põhjustab liigvarajane külvamine taimede

liigikiire kasvu ja nii suurenevad talvised riskid. Optimaalne aeg talinisu külviks on septembri esimene pool. (*Growing...*2013) Külvisenorm on mõlema viljelusviisi korral talinisel 500- 550 idanevat tera ruutmeetrile ehk ligikaudu 200-250 kg/ha kohta. Sortide valiku määrab talve- ja haiguskindlus ning lisaks veel kasvuperioodi pikkus. (Tamm jt 2011: 16)

Tabel 2. Talinisu mahe- ja tavaviljeluse sordi ja külvi eripärad (Koppel 2020)

	Maheviljelus	Tavaviljelus
Külv	Soovitav külvata varem, septembri algus	Septembri esimene pool
Talvekindlus	Sordi külmakindlus oluline -20...-25°C	Sordi külmakindlus oluline -20...-25°C
Talinisu taime juurestik	Sügavam juurestik (võimaldab omandada mullast toitaineid)	Väiksem juurestik (sõltuvus mineraalväetise kogusest)
Külvisenorm	200-250 kg/ha	200-250 kg/ha
Sortide valik	Fredis, Ada, Kallas, Ruske, Edvins, Perenaise	Muza, Ramiro, Bjorke, Olivin, Julius, Akteur jt.

Tavaviljeluses kasutatavad sordid on väiksema juurestikuga, mis tähendab, et nende saagikus on sõltuvuses mineraalväetise kogusest. Maheviljeluse sordid on sügavama juurestikuga ning need peaksid olema geneetiliselt: suure proteiinisaldusega, hea küpsetuskvaliteediga, lamandumiskindluse, talve- ja haiguskindlusega. Sügavam juurestik aitab taimedel paremini toitaineid omandada ning kinnitab taime kindlamalt mulda. (Tamm jt 2011: 15)

Mahepõllumajanduslik tootmisprotsess lähtub keskkonnasõbralikust külvikorrast ja see teeb põllumajandustootjale tootmise keerulisemaks, kuna tehtavad valikud on tähtis kriitiliselt läbi mõelda (Olesen *et al.* 2000: 2-3). Iga ettevõtja peab leidma just tema piirkonna oludesse sobiva külvikorra, õiged liblikõielised ja vahekultuurid. Samas on oluline jälgida, et kõik põllutööd tehakse õigel ajal, kuna maheda tootmisprotsessi puhul võib põllutöödega hiline mine saada saagikusele saatuslikuks. (Carlsson jt 2008: 5) Külvikordade planeerimiseks on kindel kava, mida järgitakse (Mohler *et al.* 2009: 1-3). Maheviljeluse hilisemad ja madalama küpsetuskvaliteediga sordid on tavaliselt kõrgema saagikusega. Lühema kasvuaja ja kõrgema kvaliteediga sortidel on saagikus üldjuhul väiksem. (Tamm jt 2016: 16) Kasvatatavad sordid peavad täitma toiduvilja kvaliteedinõuded ning olema kohanenud kasvukeskkonnaga. Sellest tulenevalt sobivad mahekasvatuses pigem kiirema algarenguga, pikema kõrre ja ning laiade lehtedega sordid, sest tänu pikemale

kõrrele on kahe lehe vaheline kaugus suurem ja kahjurid ei saa nii kiiresti levida. (Carlsson jt 2008: 99-100)

Põllukultuuride väetamise aluseks on väetamisplaan, mis saab alguse väetisnormide planeerimisega, see plaan on aluseks keskkonda hoidvale ja teadlikule väetamisele. Väetiste efektiivsus sõltub kasvatatavast teraviljakultuurist, väetise kategooriast ja mulla toitainesisaldusest. Väetisnormi aluseks on standardsaak ning sellele vastav toiteelemendi norm, kg/ha. (Rooma jt 2007: 35-36) Tavapõllumajanduses kasutatav mineraalväetis ehk keemiline väetis koosneb mineraalsetest või sünteetilisest toiteelementidest. Seda nimetatakse keemiliseks just seetõttu, et see ei ole tekkinud looduslikult, vaid erinevate keemiliste protsesside tulemusel. Need väetised on kergesti lahustuvad ega sõltu niivõrd mulla seisukorrast. Vastupidiselt orgaanilisele väetisele on keemilise väetise korral taimel võimalus omastada just neid toitaineid, mida ta teatud perioodil kõige rohkem vajab. Mineraalväetistest kasutatakse lämmastik-, fosfor- ja kaaliumväetist. (Kooij 2020) Lämmastikväetisega väetatakse kevadel ja kui muld on toitainetevaene, siis võib taliteraviljadele lämmastikväetist anda ka sügisel. Lämmastik on üks tähtsamaid toitaineid, kuna see määrab lisaks saagikusele ka selle kvaliteedi (Litke *et al.* 2018: 501). Fosfor on teine tähtis element põllukultuuride kasvatamisel, soodustades: taimede varasemat küpsemist, juurte kasvu, varre tugevust, vastupanuvõimet haigustele, kontrollib valkude sünteesi taimes ja toitainete transporti taime rakkude kaudu. (Wood *et al.*: 2) Kaaliumit lisatakse mulda sügisel ja vajadusel ka kevadel, kaaliumväetise kasutamise efektiivsus sõltub kasvatatavast teraviljakultuurist, mulla toitainesisaldusest ning ilmastikuoludest. Selle toitaine olemasolu on vajalik, kuna see suurendab juurte kasvu, parandab põuakindlust, aitab ära hoida erinevaid haigusi ja suurendab taimede valgusisaldust. (Kaiser *et al.* 2018)

Maheviljeluses kasutatakse üldjuhul orgaanilisi väetisi, need aitavad hoida mullas tasakaalus süsiniku ja lämmastiku suhte, suurendada mulla viljakust ja seeläbi tootlikkust (Talgre *et al.* 2009: 73-74). Orgaanilised väetised parandavad mulla keemilisi, füüsikalisi ja bioloogilisi omandusi ning mullakihtide struktuuri. Need väetised mõjutavad suuresti mulla veemahutavust ning bioloogilise aktiivsuse kasvu arvelt muutuvad ka sügavamates kihtides olevad toitained taimedele kättesaadavaks. (Chandra 2005: 6) Ka maheviljeluses on olulisel kohal kaalium, fosfor ja lämmastik. Lämmastikku sisaldab iga orgaaniline aine ning selle kasutamisel on pikaajalisem toime. Lämmastikühendid on taimedele kättesaadavad lagunemisprotsessis, erinevate mulla mikroorganismide toimetel. (Carlsson jt 2008: 33)

Orgaanilised väetised mõjuvad hästi mullas elavatele organismidele, suurendades nende arvukust (Kauer jt 2021: 37). Üks tähtsamaid mullaviljakuse suurendamise meetodeid maheviljeluses on vahekultuuride kasvatamine, need külvatakse mulda koheselt peale saagikoristust. Vahekultuurid on mulla rikastajad orgaanilise ainega, need vähendavad erosiooni hulka ning parandavad mulla struktuuri. Vahekultuuridena on kasutusel: talirüps, taliraps, hernes, rukis jt. (Kangor jt. 2014: 21) Lisaks kasutatakse orgaanilise väetisena ka: sõnnikut, virtsa, haljasväetist ja põhku (Muchovej *et al* 1997: 8- 11). Sõnnik annab taimedele toitained, mida need vajavad, kuid piiratud koguses (Chandra 2005: 6). Kui väetamiseks kasutatakse sõnnikut, peaks see sisaldama: allapanu, hekseldatud põhu jääke ja turvast. Igas külvikorras tuleb laotada sõnnikväetist just neile kultuuridele, mis seda kõige paremini kasutavad. Virts on loomakasvatuses tekkiv, erinevatest vedelikest koosnev lämmastikkaaliumväetis, mis on kogunemisel segunenud juba ka sademeveega jms. Kõige otstarbekam on virtsaga väetada põllumajandusmaad kasvuajal, kuid selle väetise liigkasutamisel toimub muldade hapestumine, mille tagajärjel kaovad rohumaadel liblikõielised heintaimed ning rohusööt muutub magneesiumivaeseks. Väetisena saab kasutada ka haljasväetist– ristikut, mesikat ja lupiini. (Carlsson jt 2008: 33- 40) Haljasmassi kaudu kantakse mulda orgaanilisi aineid ja toimub mulla huumusvarude uuesti tootmine (Sharma *et al.* 2017: 677-679). Haljasväetist võib määratleda kui mulla roheliste taimeosade pööramist ehk kündmist, et parandada mulla struktuuri ja viljakust (Chandra 2005: 6). Liblikõielised haljasväetised annavad haljasmassi 20-30 t/ha ja nende mõju kestab ligikaudu neli aastat. Põhk on teraviljatootmise tulemusena tekkiv kõrvalsaadus, kombainiga vilja võttes laotab masin põhu põllule tagasi ja peale seda tuleks randaaliga hilissügisel põhk mulda segada. Põhuga liigväetamisel võib tagajärjeks olla saagikuse vähenemine, kuna põhus on süsiniku ja lämmastiku suhe liiga suur ning mikroobid seovad oma elutegevuseks ja põhu lagundamiseks vajaliku lämmastiku mullast (Lauringson jt 2011: 28-29). Selle ennetamiseks võiks põllumajandustootja laotada põldudele virtsa või teise variandina külvata liblikõielisi kultuure (Carlsson jt 2008: 41).

Eesti Vabariigis tohib taimekaitsevahendeid kasutada just sellisel otstarbel ja koguses, nagu seadus ette näeb, iga taimekaitsevahend sobib ainult kindlatele kultuuridele ja sellel on spetsiifiline toimemehhanism. Tavapõllumajanduslikus teraviljakasvatuses kasutatakse keemilisi taimekaitsevahendeid: herbitsiide, fungitsiide, insektitsiide, puhtimispreparaate, kasvuregulaatoreid ja kõrretugevdajaid.

Umbrohutõrjeks kasutatakse tavapõllumajanduses vegetatsiooniperioodi ajal erinevaid herbitsiide, kuna need tagavad taimedele paremad kasvutingimused, keemiline umbrohutõrje on erinevate agrotehniliste meetodite kõrval lisavõimalus. Õige tõrjevahendi valimisel tuleb lähtuda külvikorrast ja sellest, millised umbrohutüübid põllul kasvavad. Taimehaiguste tõrjeks kasutatakse erinevaid keemilisi fungitsiide, millega kaitstakse taimi seenhaiguste eest. Haiguste ärahoidmine aitab parandada teravilja saagikust ja kvaliteeti. Kahjurputukate, lehetäide ja maakirpude, hävitamiseks kasutatakse tavapõllumajanduses keemilisi insektitsiide. Puhtimispreparaate kasutatakse külvieelselt kahjurite ja haiguste vastu, nende preparaatide eesmärk on kaitsta taimi varajases kasvufaasis. Kasvuregulaatoreid ja kõrretugevdajaid kasutatakse vilja lamendumise vältimiseks. (Taimekaitse...2021)

Mahepõllumajanduslikus taimekasvatases on lubatud ainult bioloogilised taimekaitsevahendid (Gamliel *et al.* 2015: 30-33). Looduslike pestitsiidide kasutamine on üks viis, kuidas looduse enda toimet suurendada teravilja kasvatamise tootlikkust ja kvaliteeti. Bioloogilisel tasandil on looduslikel pestitsiididel oluline roll taimedele kasulike mikroorganismide säilitamisel. Taimekasvatases on probleemiks kahjurid, haigused ja umbrohi. Nende hävitamiseks kasutatakse mahepõllumajanduses erinevaid elusorganisme, taimeekstrakte või feromone, soovides suurendada kasulike organismide arvukust. See loob haigusetekiitajate arengule ja levikule mittesoodsa pinnase ning kahjureid nakatades pidurdab see nende populatsiooni levikut. Iga taimekaitsevahend mõjub ainult teatud sorti kahjuritele ja haigusele, kahjustamata muid kasulikke organisme. Bioloogilisi pestitsiide kasutades võib soovitud tulemuseni jõudmine aega võtta, kuid sedasorti taimekaitsevahendi mõju kestab palju kauem. Soodne keskkond, kus kasulikud organismid saavad paljuneda, on pikaajalise positiivse mõjuga (Raudsepp 2020). Taimehaiguste tõrjeks kasutatakse biofungitsiide, millega luuakse hävitamise abil ökoloogiline tasakaal, see tähendab, et kasulikud mikroorganismid, eosed ja seeneniidistik rajavad endale ise pinnase enne, kui kahjulikud organismid sinna üldse jõuavad. (Bioloogilised taimekaitsevahendid...)

Tava- ja mahepõllumajanduslik tootmisprotsess erineb ka tootmisprotsessi tehniliste võtete poolest. Kui tavapõllumajanduses on kasutusel keemilised taimekaitsevahendid, mis on peaaegu täielikult efektiivsed, siis mahepõllumajanduses kasutatakse peale taimsete vahendite erinevaid tehnoloogilisi tõrjevõtteid. Mahepõllumajanduses on levinud kahefaasiline külvieelne mullaharimine, mis tähendab, et peale esimest mullaharimist

oodatakse umbrohtude kasvama hakkamist ja seejärel tehakse külvieelne harimine. (Carlsson jt 2008: 84) Põllutöödega on võimalik taimekahjustajate elutsüklile mõju avaldada. Mullas talvituvad kahjurputukad hävitatakse kündmise ja sügavkobestusega, sel viisil kantakse mulla pööramisega umbrohuseeme sügavamale mullahorisonti, kus sel on keeruline idaneda (Luik 2012: 20). Peale kündmist toimub põldude kultiveerimine, mida soovitatakse mõlemas tootmistüübis teha kaks korda enne külvi. Kui mahepõllumajanduses toimub kultiveerimine peale teatud ajalist perioodi kaks korda järjest, siis tavapõllumajanduses jääb kahe kultiveerimise vahele väetamine. Kultiveerimine aitab hävitada juurumbrohtu ning peale kultiveerimist külvatakse seeme mulda ja sellega ei tohi hilineda, kuna külvi hiline mine võib saagikust vähendada ligikaudu 25%. Kasvuaegne mullaharimine algab mõlemas tootmistüübis külvi rullimisega, mida kergem on muld, seda raskemat rulli tuleks kasutada, et tagada seemnetele ühtlane külvisügavus. Juhul kui kasutatakse väetisi, siis laotatakse see põllule nii tava- kui maheviljeluse puhul enne äestamist. See on mullaharimisviis, mille käigus vähendatakse seemneumbrohtude arvukust põldudel ligikaudu 90%. (Carlsson jt 2008: 84-88) Äestamisega vabastatakse toitained ning parandatakse õhu- ja veerežiimi, seda põllutööd tuleb teha õigel ajal, kui umbrohud on idulehtede faasis, hiljem hakkab selle töö efektiivsus vähenema. Tavapõllumajanduses äestatakse põldu enamasti üks kord, mahepõllumajanduses soovitatakse põldu äestada kaks korda. (Luik 2012: 20) Äestamine on mahepõllumajanduses ühtlasi viimane põllutöö, mis tehakse enne viljakoristust. Tavapõllumajanduses toimub peale äestamist veel umbrohu- ja haigustõrje, kasvuregulaatori lisamine ning sõltuvalt viljelusvariandist kultuuride väetamine enne koristust.

Kirjeldatud etappide järel jõuab viljakasvatust protsess sinnamaani, mil viljatera on täisküps koristamiseks. Sellega ei tohi viivitada, eriti juhul, kui põld on allakülviga ehk enne põhikultuuri on külvatud heintaimi. Hilisem koristus võib põhjustada ristiku ülekasvamise. Viljakuivati tootlikkuse suurendamiseks tuleks vilja enne kuivatamist eelpuhastada, mis vähendab nii prahisust, mida tekitavad õlekõrred ja umbrohuseemned, kui ka niiskust. Mida niiskem on vili, seda madalama temperatuuriga seda kuivatatakse, nõuetele vastav vilja niiskusesisaldus on ligikaudu 13%. Juhul kui niiskussisaldus on sellest suurem, on suurem oht kahjurite tekkeks ja seente arenguks. (Carlsson jt 2008: 94)

Maheteravilja saagi kogus on tavateravilja omast väiksem. Väiksemat saaki mõjutab: mullaviljakuse mitteefektiivne säilitamine, vähearenenud maheseemnekasvatus, madal

tehnoloogiline tase ning vähene investeerimisvõimekus. Kui külvata maheseemet viljakamale pinnasele, võib terasaak olla tavaviljelusega peaaegu samal tasemel. (Eesti teraviljasektori...2014: 24-27) Kui võrrelda tava- ja mahevilja tervislikkuse aspektist, siis tavavilja kasvatamiseks on kasutatud keemilisi väetisi ja taimekaitsevahendeid, mille jääke võib olla ka lõpp-produktis (Lairon 2010: 33-36). Mahevilja kasvatamisel seevastu on kasutatud orgaanilisi väetisi ja umbrohutõrjeks erinevaid agrotehnilisi võtteid, mille tulemusena on vili puhas ja keemiliste jääkideta.

Teraviljakasvatuse tava- ja mahepõllumajandusliku tootmissuundade erisused esinevad nii tootmissisendite valikus kui tootmisprotsessis. Tootjatel on vaja igakülgset teavet, millised on tava- ja maheviljeluse sordid, milline on külviaeg, milliseid vahekultuure kasvatada, millises mahus väetisi kasutada ning millised taimekaitsevahendid on lubatud. Tootmisprotsessi väljundina saadav tava- ja mahevilja kogus erineb nii mahult kui ka kvaliteedilt.

1.2. Teraviljakasvatuse tootlikkuse näitajad

Põllumajandus on tegevusharu, milles efektiivsuse suurendamine nõuab järjest rohkem tähelepanu, kuna teraviljakasvatusest saadav tooraine katab enamiku inimeste toidulauast. Tootlikkuse suurendamine põllumajanduses on tähtis toiduga kindlustatuse jaoks, sealhulgas aitab tootlikkuse tõstmine kasvatada ka põllumajandustöötajate sissetulekuid. (Fuglie 2018: 73) Teraviljakasvatuse peamiseks tootlikkusnäitajaks on saagikus, mille tõstmisel tuleb suurt tähelepanu pöörata lisaks majanduslikele ka keskkonna-alastele aspektidele. Ressursside lisamisel ja kombineerimisel võib küll saagikus suureneda, aga selle tagajärjel võib väheneda toodangu kvaliteet või kaasneda negatiivne keskkonnamõju.

Tootlikkus näitab ettevõttes saavutatud väljundite suhet kasutatud sisenditesse. Väljundiks nimetatakse ettevõtte põhitegevuse lõpp-produkti, milleks on tooted või teenused ning mille saavutamiseks kasutatakse tootmisprotsessis erinevaid sisendeid, milleks on tehnilised, -inim- ja finantsressursid. Kuna ettevõtte põhiline eesmärk on suurendada tootlikkust või vähemalt saavutatud tulemust hoida, on tootlikkuse pidev hindamine tähtis protsess. Saavutamaks selles vallas progressi, tuleks esmalt tootlikkust mõõta ning seejärel saadud

mõõtmistulemusi põhjalikult analüüsida. Põhjaliku käsitluse tulemusena saab planeerida ka ettevõtte edaspidist majanduslikku ning tehnilist tegevust– kas on vaja sisendite mahtu suurendada või hoopis muuta tootmisprotsessi efektiivsemaks. Tootlikkuse mõõtmise eelduseks on oskused ja teadmised. Igal ettevõttel peab olema efektiivsuse mõõtmiseks kindel mõõdikute süsteem, mille eesmärk on leida vajaminevaid reserve ja alternatiive kasvuvõimalusteks ning efektiivsuse taseme tõstmiseks. (Värnik jt 2015: 16-20) Tootlikkuse mõõtmine aitab ettevõttel planeerida ressursside (sisendite) kasutamist ja toodangu mahtu (väljundeid) (Kalle 2007: 13).

Tootlikkuse mõõtmiseks on kaks mõõtmismeetodit– naturaalne (tehniline) ja väärtuseline (majanduslik), need defineeritakse mõõtühikute või mõõtmisviisi järgi ning väljund on fikseeritud. Tehniline ehk otsene mõõtmismeetod tähendab seda, et väljund on naturaaluühikutes ning ka sisendid peaksid olema naturaaluühikutes, väärtuselise ehk majandusliku mõõtmismeetodi tulemusena saadud väljund on rahalistes ühikutes. (Kalle 2007: 15) Väljundite ja sisendite kombineerimist kasutatakse ettevõttes kasumi maksimeerimiseks, juhul kui väljundite hulk kasvab kiiremini kui sisendite hulk, siis suureneb tootlikkus (*Fostering...*2011: 24-26). Tehnilise efektiivsuse mõiste on oluline, sest see põhjendab tootlikkuse eesmärgi ja võtab arvesse nii ressursid kui ka tehnoloogia. Juhul, kui sisendid on piiratud või raskesti kättesaadavad ja kulud suured, võib ettevõtte olla küll tehniliselt efektiivne kuid majanduslikult ebaefektiivne. (*Productivity...*2017: 16-20)

Tootlikkuse mõõtmisel jagunevad tootlikkuse näitajad sisendite ja väljundite koguse järgi kolme rühma. Mõõtmistulemuste näitavade leidmisel on selleks ette nähtud kindlad valemid. Juhul kui jagada väärtuselistes või naturaaluühikutes näitajad sisendite kuluga, on tulemuseks klassikalised tootlikkusnäitajad. (Kalle 2007: 16)

Kogutootlikkuse näitaja on üks peamisi, mille abil põllumajanduses tootlikkust mõõdetakse (Syverson 2011: 340). See näitaja arvestab kogu põllumajanduses kasutatava maa, tööjõu, kapitali ja ressurssidega ning võrdleb neid põllukultuuride ja loomakasvatuse kogumahuga. Tootmistegurite kogutootlikkus suureneb juhul, kui kogutoodang kasvab kogusisendist kiiremini. See tootlikkuse näitaja arvestab kõikide taimekasvatuseks ja loomakasvatuseks kasutatavate sisendressursside keskmist tootlikkust. (*International...*2019) Kogutootlikkuse mõõtmisel saab kasutada nii otsest kui ka kaudset meetodit. Otsese meetodi abil leitakse tootlikkus nii, et kasutatakse selleks nii kogutoodangut, sisendite koguseid kui ka rahalisi väärtusi ning kaale, mille abil agregeeritakse sisendi ja väljundi kogus. Kui kasutada kaudset

meetodit, siis piiritletakse kogutoodang, jagades kogutoodangu väärtus kindla hinna indeksiga, mille korral hinna indeksit on kasutatud kaudsete koguste tuletamiseks. (Värnik jt 2015: 18-20) Tegurirühma tootlikkus näitab väljundi(te) suhet sisenditesse ehk rohkemasse kui ühte elementi ja näitab lisandväärtuse kasvu, mida ei saa kirjeldada sisendite kasvuga. Seda tootlikkuse näitajat ei saa otseselt mõõta, mis tähendab, et arvutusteks tuleb eemaldada ülejäänud tootlikkuse kasvu mõjutanud tegurid, seetõttu saab teguritootlikkust arvutada lisandväärtuse või toodangu põhjal, mis tähendab, et lisandväärtusest või toodangust lahutatakse kapitali ja tööjõu sissemaksud. (*Multi- factor productivity...*) Osatootlikkus on tootlikkuse näitaja, mis leitakse väljundina ühe sisendi kohta, sellisel juhul on tootlikkuse taseme mõõdikuks väljund sisendühiku kohta. See näitaja arvutatakse iga sisendi kohta eraldi, näiteks toodang töötatud tunni või töötaja kohta. (Frija *et al.* 2015: 5) Üldiselt on osatootlikkuse näitajad piiratud kasutatavusega ega pruugi ettevõtte seisundit adekvaatselt hinnata (Coelli 2005).

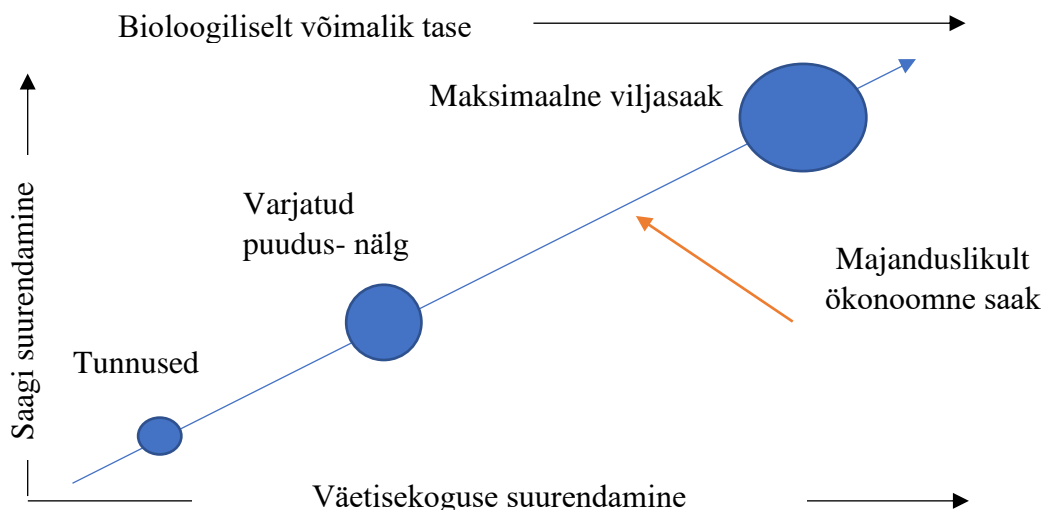
Tootlikkus on suhe väljundi ja sisendite mahu mõõtühikute vahel ning seetõttu tuleb efektiivsuse mõõtmiseks eelkõige määratleda toodangu liik. Selleks, et tootlikkuse mõõtmine oleks järjepidev ning majandusteooriaga vastavuses, peaks tootmine mõõtma tootmisprotsessi kogutoodangut, mis ühendab tootmistegurid ja toote valmistamiseks kasutatud vahesisendid. (*Productivity...*2017: 24-26) Maa on üheks põhiliseks tootmise sisendiks taimekasvatustes ja selle tootlikkuse mõõtmine näitab väljundi ehk teraviljasaagi mahtu kasutatud põllumajandusmaa kohta (*Productivity...*2017: 28):

$$\text{Maa tootlikkus (saagikus)} = \frac{\text{väljundi maht}}{\text{kasvupind}}$$

Kasvupinna mõistet kasutatakse sellepärast, et tulemiks on vaja teada saada saagikus ehk maa tootlikkus. Mida suurem on saagikus, seda suurem on tootlikkus, saagikuse kasv võib tuleneda väetiste-, tööaja- ja ka kapitali efektiivsemast kasutamisest. (*Productivity...*2017: 27-31) Maa efektiivsuse hindamisel tuleb arvesse võtta erinevaid looduslike ressurssidega kaasnevaid probleeme, üheks suuremaks probleemiks on maa ja mulla kvaliteet. (*Productivity...*2017: 27-31)

Maa tootlikkus ehk saagikus näitab, kui palju saaki ühe pindalaühiku kohta saadi, viljasaagi moodustavad: terade kaal, taimede arv ruutmeetri kohta, peade arv taime kohta ja terade arv peas. Saak moodustub fotosünteesi abil ning see sõltub omakorda lehepinna suurusest ja perioodist, kui kaua lehed on võimelised fotosünteesima. Hea saagipotentsiaaliga

teraviljasordid on enamasti pikema kasvuperioodi ja väiksema proteiinisaldusega. (Koppel jt 2007: 74-75) Saagikuse mõõtmine on tähtis juba seetõttu, et see aitab ettevõtetel paremini planeerida oma sisendressursside kasutust. Selle järgi on võimalik välja arvutada, millised on näiteks optimaalsed väetise kogused, et saagikus oleks kasvavas trendis, mitte liig- või alaväetamise tõttu langustrendis. Sama kehtib ka taimekaitsevahendite puhul – keemiliste ainete liigkasutamine on taimedele suureks stressifaktoriks ning see põhjustab taimedele mitmeid kahjustusi raku tasandil. (Villemson 2018) Mullaviljakuse pidev jälgimine aitab põllumajandustootjal ennetada muldade muutumist ilmastiku- ja erosioonitundlikuks, kui muld on viljakas, siis muudavad erinevad mullaorganismid orgaanilise aine ja toitained taimedele lihtsamini kättesaadavaks (Mullaviljakuse...2020: 15-16). Mullaviljakust mõjutavaks faktoriks on ka erinevad ilmastikuolud – sademed, temperatuur, päikesevalgus jne. Põllumajanduses on saagiproгноoside planeerimise puhul vajalik teada, millised on looduslikud ressursid ja kuidas need mõjutavad taimekasvatust, see informatsioon aitab kaasa ka keskkonnasäästlikkuse saavutamisele. (*Productivity*...2017: 30-31) Äärmuslikud sademed toovad kaasa taimede lamendumise, mille tõttu võib osa saagist hävida ning samuti erosiooni, mille tõttu uhutakse mullast välja taimedele vajalikud toitained (Mauldin 2013). Üks tootlikkuse näitaja on väetiste tõhusus ning seda nimetatakse ka enamsaagiks ehk saagi juurdekasvuks, mis on saadud väetamise tulemusel. Seda näitajat on võimalik leida väetuskatsete tulemuste abil ning seda väljendatakse nii- astmelise-, keskmise- kui ka summaarse enamsaagina. Astmelise enamsaagi arvutuse käigus uuritakse, kui palju lisanduvat toodangut saadi ühe lisanduva sisendühiku kohta ja keskmise enamsaagi arvutuste käigus uuritakse, kui palju täiendavat toodangut saadi ühe sisendühiku kohta. Summaarne enamsaak (edaspidi ka väetusefekt) näitab seda, kui palju on saagi juurdekasv väetamata variandi suhtes.



Joonis 3. Väetamine optimaalsel tasemel (autori kohaldatud) (Väetusplaani...2017)

Väetisekoguse suurendamine mõjutab oluliselt saagikust, alaväetamise korral on muld toitainevaene ja saagikus väike ning vili jääb kiduraks. Väetiskoguse suurenedes hakkab ka saagikus suurenema (joonis 3). Kõige suurem bioloogiliselt võimalik väetiskogus annab maksimaalset saaki, peale seda hakkab saagikus jällegi vähenema, kuna toimub üleväetamine ehk küllastumus. Majanduslikult ökonoomne saak saavutatakse enne maksimaalset väetisannuse kogust ehk maksimaalne väetis ei anna maksimaalset tulu.

Saadud enamsaak ja väetisnorm sõltuvad: teravilja sordist ja kultuurist, ilmastikust, eelviljast, tehnikast ja mullast. Mida väiksem on toiteelemendi sisaldus mullas, seda suurem on väetiste efektiivsus. Huumusevaeste muldade korral on suurem vajadus just lämmastikväetise järele. Kui kasutada orgaanilist ja mineraalset väetist koos, siis orgaanilise väetise järelmõju toimeel jäävad optimaalsed mineraalväetisenormid väiksemaks. Majanduslikult efektiivse väetisnormi puhul võetakse arvesse hinda ja käitlemise/ladustamise kulu, koristust ja kuivatamist ning realiseerimishinda. Väetiste tasuvust mõjutab kõige enam saagi kokkuostuhinna ja väetiste hinna suhte muutus. Sellest järeldub, et mida väiksemad on kulud väetistele ja mida kõrgem on tulu saagi müügist, seda suurem on väetise tasuvus. Tasuvuse leidmisel tuleb kindlasti arvestada ka sellega, kuidas mõjutab väetamine saagi kvaliteeti, kuna see on üks tingimus müügihinna kujunemisel. (Kangor jt 2014: 26-27)

Talini saagikust mõjutavad mitmed tegurid, sh ilmastik, mulla tüübid ja nende omadused, kliima, aga ka tainisu kasvatamise tootmissuund, kas tava- või maheviljelusena, mis omakorda määrab sisendite valiku. Saagikuse tõstmise eesmärgil kasutatakse tavaviljeluses

enamjaolt mineraalväetisi ja taimekaitsevahendeid, maheviljeluses vahekultuure ning orgaanilisi väetisi. Nende kasutuskogusest sõltub nii saagikus kui talinisu saagi kvaliteet.

1.3. Mahe- ja tavavilja peamised kvaliteedinäitajad- ja -nõuded

Üha enam kasvab teravilja kvaliteedi hindamise tähtsus, kuna kvaliteet määrab teravilja hinna ja edasise kasutamise. See on ka üks põhjus, miks põllumajandustootjad üritavad saavutada järjest paremate kvaliteediomadustega viljasaaki, minimeerides sealjuures ettevõtte tootmiskulusid ja kasutades keskkonnasõbralikku tehnoloogiat. (Litke *et al.* 2018: 500-501) Teiseks on kvaliteedinäitajate abil väga hea tuua välja variatsioon tava- ja mahevilja vahel. Teravilja kvaliteet sõltub mitmest tingimusest, peamiseks neist on kasvatatava teravilja geneetilised omadused, mulla omadused ja agrotehnilised tingimused – väetamine, külvikord, eelvili, aga ka ilmastikutingimused. (Talgre *et al.* 2009: 70-71) Kvaliteeti võib hinnata järgmiste näitajatega: langemisarv (sek), mahukaal (min. g/l), proteiin (%) ja kleepvalk (%) (Koppel 2020).

Langemisarvu kasutatakse teravilja kvaliteedinäitajana ning selle abil määratakse küpsetuskvaliteet, mis näitab tärklise seisundit teras, kui tärklis hakkab lagunema, siis teravilja kvaliteet langeb. (Abiks põllumajandussaaduste...2013: 10) Langemisarvu mõjutavad kasvatatav sort ja kasvuaegsed keskkonnatingimused, selle näitaja jälgimise abil on võimalik kindlaks teha koristuseelsed võrsumiskahjustused. (Young 2021) Nõuetele vastav langemisarv saavutatakse sellisel juhul, kui teravilja valmimisprotsess on ühtlane ning viljakoristus toimub õigel ajal. Eelnevale on suureks abiks agronoomilised võtted, milleks on väetamine piisaval tasemel ning lähtuvalt varieeruvast lämmastikvajadusest. Ühtlase teravilja valmimiseks on vajalikud toitaineelemendid lämmastik ja kaalium. (Langemisarvu...)

Teiseks kvaliteedinäitajaks on mahumass, mis on sordiomane tunnus. Mahumass on kvaliteedinäitaja, mille alusel ostetakse Eestis vilja kokku. Mahumassi mõjutavad nii vee kui toitainete kättesaadavus tootmisprotsessi ajal ning ilmastikuolud. Mahumassi vähenemise, nagu ka saagi vähenemise, põhjustavad kõrged temperatuurid ja teised stressi põhjustavad tegurid. Mida väiksem on mahumass, seda vähem on viljaterades toitaineid. (Whitney 2017) Üheks massi vähendajaks on olukord, mil vili on lamendunud, mis võib olla põhjustatud nii

halbadest ilmastikutingimustest kui ka lämmastikväetise ülekasutamisest. (Abiks põllumajandussaaduste...2013: 11)

Üheks sagedamini kasutatavaks kvaliteedinäitajaks on proteiinisaldus teras (%) (Koppel 2020). Kõrgema proteiinisaldusega on just kõvanisu sordid, see valk on vajalik inimese organismi toimimisel ning selle sisaldus viljas kinnitab selle kvaliteeti. Proteiinisaldus on sõltuv nii teraviljasordist, kasutatavast tehnoloogiast kui ka kasvuperioodi tingimustest. Selleks, et teras toimuks proteiinisalduse süntees, on vaja, et muld sisaldaks piisavalt toitaineid. Üks põhilisi elemente, mida proteiini sünteesiks vaja läheb, on lämmastik. (Abiks põllumajandussaaduste...2013: 10)

Kvaliteedinäitajana kasutatakse ka kleepvalgu ehk gluteeni (edaspidi ka märg teraliim) sisaldust teras, see on mittelahustuv valk, mis moodustab suurema osa nisujahu valkudest. Nisust valmistatakse jahu, mis sisaldab ühtlasi kõige rohkem gluteeni, sealhulgas sõltuvad ka jahu küpsetusomadused gluteenisaldusest. Kleepvalku leidub veel ka odra-, rukki-, ja kaeratoodetes. (Gluteen...) Kleepvalgu sisalduse kontrollimiseks eemaldatakse soolalahuse abil eelnevalt tähtlik ja muud lisained ning järele jääb ainult märg gluteen. Kleepvalgu kogust hinnatakse gluteeniindeksi alusel ja see on gluteeni tugevuse näitaja. (*The Nebraska Wheat*...2016: 11-12)

Teravilja kvaliteedinõuded on tava- ja maheviljeluse puhul üldiselt samad, kuid mahetoodangu kasvatamise korral on eriti tähtis jälgida toodangu kvaliteeti, sest mahevilja kasvatamise eesmärk on pakkuda inimestele kvaliteettoitu. (Eesti teraviljasektori...2014: 26-27) Kvaliteedinäitajad on peamine faktor vilja hinna kujunemisel. Kui vilja kvaliteet ei vasta kehtestatud nõuetele, siis saab seda müüa madalama hinnaga. Kvaliteediomadused sõltuvad enamjaolt teravilja kasvuperioodi ilmastikuoludest, esimese kategooria kvaliteedinäitajaid ei ole võimalik saavutada iga-aastaselt ka kõige kasvukindlama teraviljasordiga. Mida parem on olnud ilmastik, seda kvaliteetsem on kasvuaasta teraviljasaak. (Tamm jt 2016: 15)

Kvaliteedinäitajaid kirjeldatakse viie kategooria alusel (tabel 3, lk 23), kus esimene kategooria kirjeldab kõige kvaliteetsemaid näitajaid ning viies kategooria kõige väiksema kvaliteediga näitajaid. Esimese kategooria alusel peab toidunisu langemisarv jääma minimaalselt 275 sekundi juurde. Kõige madalama ehk viienda kategooria langemisarv võib olla minimaalselt 180 sekundit. Mida kõrgem on langemisarv, seda kvaliteetsem nisu on.

Mahumassi järgi peab esimese kategooria maheda toidunisu mahukaal olema minimaalselt 770 min. g/l ja viienda kategooria järgi minimaalselt 730 min. g/l. Esimese kategooria proteiinisaldus peab olema minimaalselt 14% ja viienda kategooria proteiinisaldus minimaalselt 11%. Kõige kõrgema kvaliteediga vilja kleepvalk peab olema minimaalselt 28% ja kõige madalama ehk viienda kategooria alusel peab see näitaja olema minimaalselt 22%.

Tabel 3. Mahe toidunisu kvaliteedinõuded (autori kohaldatud) (Vilja kokkuost, Tartu Mill 2020)

Kvaliteedinäitaja	I kategooria	II kategooria	III kategooria	IV kategooria	V kategooria
Langemisarv sek.	Min 275	Min 250	Min 240	Min 210	Min 180
Mahukaal min. g/l	Min 770	Min 760	Min 750	Min 740	Min 730
Proteiin %	Min 14	Min 13	Min 12	Min 11	Min 11
Kleepvalk %	Min 28	Min 26	Min 24	Min 22	Min 22

Lisaks otsestele kvaliteedinäitajatele, nagu näiteks langemisarv, mahumass, gluteeni- ja proteiinisaldus on esitatud teraviljale ka muid nõudeid. Mõlema tootmistüübi puhul ei tohi esineda saagis tera- ega prügilisandeid. Teralisandid on näiteks: kahjustunud teradebamaäärse kuju, külmunud, kahjurputukate poolt rikutud või haigustunnustega terad. Samuti ka kasvama läinud või kidurad terad, mis ei oma normipärast suurust. Prügilisanditeks on: anorgaanilised või orgaanilised lisad, võõrseemned, võõrkehad, seemnekestad, surnud putukad, tunglaterad ning samuti ka kahjuliku päritoluga lisandid. (Maheteravilja...2016)

Tavateravilja hulgas ei tohi olla Euroopa Liidus lubatust rohkem erinevaid saasteaineid ja pestitsiide, viljasaak ei tohi sisaldada Salmonella bakterit. Sealhulgas ei tohi vili sisaldada ka suuremal kui lubatud määral erinevaid toksiine, mis on inimeste ja loomade tervisele kahjulikud. Teravili tuleb, nagu mahetootmise korral, nõuetekohaselt kuivatada ning jahutada, välistada tuleb erinevate sademete ning niiskuse kokkupuude viljaga. (Teravilja...2018)

Maheteravilja hulgas ei tohi olla lubatust suuremas mahus erinevaid mineraalseid aineid ega muud sorti teravilja ning viljasaak peab olema GMO vaba ja koristatud õigeaegselt. Saak peab olema kuivatatud soojusvahetiga kuivatis ja seejärel peab see olema jahutatud. Terad ei tohi olla kuumenenud, värvuselt ebaühtlased, hallitunud ning võõraste lõhnaainetega

määratud. Samuti peab saak olema kahjurite ning taimhaiguste vaba. (Maheteravilja...2016)

Jõudes teraviljakasvatuses selle protsessi etapini, mil vilja soovitakse realiseerida, on esmaseks tingimuseks selle kvaliteedi hindamine. Mahumass on ühtlasi ka näitaja, mille alusel ostetakse Eestis vilja kokku. Lisaks eelnevalt mainitud näitajatele, tuleb jälgida ka seda, et viljasaagis puuduksid: kahjurid, saasteained, üleliigsed pestitsiidid, bakterid, toksiinid, üleliigne niiskus, hallitus jne. See kõik on vajalik selleks, et tagada inimestele puhas ja tervislik toit.

Taliniisu kasvupind ja saagikus on tõusutrendis, mis tähendab, et seda teraviljasorti kasvatatakse järjest enam. Sellest tulenevalt suureneb järjest rohkem vajadus uurida, millised on taliniisu tava- ja mahepõllumajandusliku tootmise erinevused, lähtudes tootlikkusest ja kvaliteedinäitajatest. Erisustest annavad hea ülevaate katsepõldude katsetest saadud andmed, mis näitavad diferentsiaalsust tava- ja maheviljeluse variantide vahel. Nende andmete abil saab teha põllumajandustootja endale kõige sobilikuma valiku, ehk kas tootmisprotsess on tava- või mahepõllumajanduslik ja milline variant neist viljelusviisidest on kõige tootlikum.

2. TALINISU TOOTLIKKUSE- JA KVALITEEDINÄITAJAD SÕLTUVALT VILJELUSVIISIST KATSEPÕLDUDE VÕRDLUSKATSETE TEISE ROTATSIOONI PÕHJAL AASTATEL 2013- 2017

2.1. Bakalaureusetöö metoodika

Bakalaureusetöö tugineb teistele andmetele, mis pärinevad Eesti Maaülikooli põllumajandus- ja keskkonnainstituudi (edaspidi ka EMÜ PKI) tava- ja mahepõllumajandusviiside võrdluskatsetest talinisu kohta aastatel 2013-2017. Uurimistöö meetodiks on andmete kvantitatiivne analüüs. EMÜ PKI andmete põhjal analüüsitakse tootlikkusnäitajana katsepõldude saagikuse erinevust, sõltuvalt viljelusviiside eripärast. Lisaks uuritakse ka talinisu kvaliteedinäitajate vastavust toiduteraviljale kehtestatud nõuetele.

Tava- ja maheviljelusviiside võrdluskatse rajati aastal 2008 Eesti Maaülikooli Eerika katsepõllule. Aastatel 2008-2012 oli katse esimene rotatsioon ehk tsükel, teine rotatsioon kestis ajavahemikul 2013-2017 ja kolmas rotatsioon on katsepõllul aastatel 2018-2022. Töös on valitud vahemikuks periood 2013-2017, kuna see on kõige hiljutisem tsükel ning selle rotatsiooni kohta on kõik andmed juba kogutud. Rotatsioon on viieväljaline külvikorratse, kus igal aastal on esindatud kõik kultuurid. Külvikorra kultuurid on oder punase ristiku allakülviga, punane ristik, talinisu sort Fredis, hernes ja kartul.

Bakalaureusetöös uuritakse saagikuse, enamsaagi ja tavaviljeluses lämmastikväetise majanduslikku efektiivsust viieaastases perioodis ning tuuakse välja erinevused tava- ja maheviljeluse variantide vahel. Enamsaagina uuritakse tavaviljeluses summaarset enamsaaki ehk lämmastikväetisega väetatud variantide saagi juurdekasvu väetamata variandi saagi suhtes, maheviljeluses vahekultuuridega ning vahekultuuride ja orgaanilise väetisega variantide saagi juurdekasvu väetamata variandi suhtes. Uuritavaks toitaineks on valitud lämmastik, kuna see mõjutab toitaineid enim teravilja kasvatamist. Lisaks uuritakse veel ka talinisu kvaliteedinäitajaid ja nende vastavust toidunisu kokkuostu kvaliteedinõuetele. Uuritavateks kvaliteedinäitajateks on valitud põhilisemad, millega

enamasti teravilja kvaliteeti hinnatakse. Kvaliteedinäitajatenä hinnatakse antud bakalaureusetöös langemisarvu (sek), mahumassi (g/l) ja proteiinisaldust (%). EMÜ PKI katseandmetes on välja toodud kõikide variantide nelja korduskatse tulemused. Nii saagikuse kui ka kvaliteedinäitajate hindamiseks on koondatud iga aasta kohta eraldi korduste tulemused ja arvutatud variantide keskmised ning ka uuritava perioodi keskmised.

Põldkatsete andmete haldamisel ja töötlemisel on kasutatud programmi MS Excel, mille abil selekteeriti ja koondati andmeid, koostati tabeleid, viidi läbi analüüs ning saadud tulemusi illustreeriti joonistega.

2.2. Talinisu kasvatamise saagikus ja väetusefekt

Kolme rotatsiooniga, 15 aasta kestvusega põldkatsete eesmärk on võrrelda viljelussüsteemide mõju mullaviljakusele, mullaelustikule, põllukultuuride saagile ja kvaliteedile. Talinisu võrdluskatsetes oli neli tavaviljeluse ja kolm maheviljeluse varianti.

Tavasüsteemis oli talinisu neli väetusvarianti: N0 (kontroll, N0P0K0), N50 (P50P25K95), N100 (N100P25K95) ja N150 (N150P25K95). Need erinevad üksteisest ainult väetise kasutamise mahu poolest. Umbrohutõrjet ja haigustõrjet tehti kõikidele variantidele võrdsetes kogustes. Kuna aastatel 2014 ja 2016 oli haiguste levik väike, siis haigustõrjet ei tehtud. Kasvuregulaatorit kasutati vastavalt aastatel 2014, 2015 ja 2017.

Maheüsteemis on kolm varianti: M0 (mahe kontroll), mis järgib ainult külvikorda; M1 külvikorras kasvatatakse talviseid vahekultuure, kohe peale nisu koristust külvati talirüpsi ja rukki segu vastavalt normiga 6 ja 180 kg/ha-l. M2 külvikorras kasvatatakse talviseid vahekultuure (talirüpsi ja rukki segu vastavalt normiga 6 ja 180 kg/ha-l) ja talinisule antakse kevadel vahetult enne äestamist 10 t ha-l komposteeritud veisesõnnikut.

Talinisu eelselt künti ristik mulda ja seejärel põld freesiti ja külvati talinisu freeskülvikuga. Kevadel äestati talinisu umbrohtude tõrjeks ja mulla õhutamiseks kohe vegetatsiooniperioodi algul kõigis süsteemides. Talinisu koristati katsekombainiga Sampo (lisa 1). Saak kuivatati ja määrati vastavalt metoodikale kvaliteedinäitajad.

Mõlema viljelusviisi puhul on katsel neli kordust. Katsete kordused ning variandid on üksteise kõrval ilma eraldusribadeta. Viljelusviisid on üksteisest eraldatud 18 meetri laiuse rohuribaga, et vältida mineraalväetiste ja sünteetiliste taimekaitsevahendite sattumist tavasüsteemist maheüsteemi. Katselapi pindala on 60 ruutmeetrit.

Eesti Maaülikooli Eerika katsepõldudel kasvatati vaadeldaval perioodil, aastatel 2013-2017, talinisu sorti nimega Fredis. Antud talinisu sort on aretatud Lätis, SPP State Stende Cereal Breeding Institute'i poolt. Fredis on hea talvekindlusega ning saagipotentsiaal on keskmisest kuni kõige kõrgema tasemeni. Sort sisaldab rohkelt proteiini, kleepvalku ning on kõrge 1000 tera massi, mahumassi ja langemisarvu näitajatega. Haiguste osas võib nakatuda nii lehelaiksusesse kui ka jahukastesse ja selle vältimiseks soovitatakse kasutada fungitsiide. (Talinisu...2016)

Mõlema viljelusvariandi korral on peamiseks tootmissisenditeks maa, inim- ja masinressursid, seemned, väetised. Maheviljeluse erisused lisaks eelmainitud ressurssidele on vahekultuuride kasvatus ehk siis talirüpsi ja rukki seemned ning orgaaniline väetis (tabel 4). Tavaviljeluse erisused lisaks üldistele ressurssidele on: keemiline väetis, umbrohutõrje, kahjuritõrje ja kasvuregulaator. Seemnete kogus on vaatlusalusel perioodil olnud erinev nii mahe- kui ka tavavariantides. Maheüsteemis kasutatakse väetisena komposteeritud veisesõnnikut ja kõikide variantide puhul samas koguses. Kuna maheüsteemis pole mineraalväetised lubatud, siis on külvikorra järgimisel suur osatähtsus, saagikusunäitajate suurendamiseks kasvatatakse vahekultuure. Eerika katsepõllul on talinisu kasvatamisel vahekultuurina kasutatud talirüpsi ja rukki segu. Tavavariantides kasutatakse väetist iga variandi puhul erinevas koguses- kontrollvariandi puhul ei manustata üldse väetist ning ülejäänud kolme variandi (N0, N50, N150) väetamine erineb peamiselt ainult lämmastikväetise koguse poolest. Umbrohutõrjet, kahjuritõrjet ja kasvuregulaatorit kasutati tavavariantide puhul kõigile võrdselt.

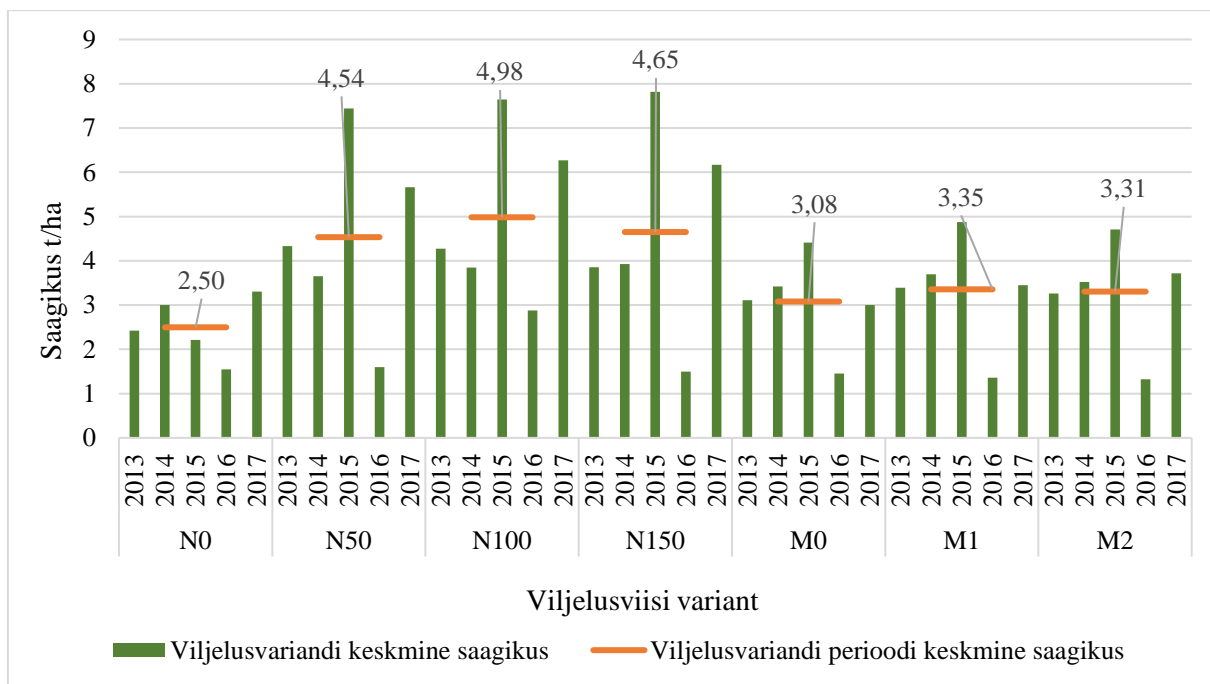
Tabel 4. Tootmise sisendi erinevused lähtuvalt viljelusviisist

Tootmise sisend	Tavaviljelus	Maheviljelus
Seemned (keskmine)	0,232 t/ha	0,215 t/ha
Väetised	Lämmastik-, fosfor- ja kaaliumväetised kg/ha (N _{0;50;100;150} P _{0;25} K _{0;95})	Sõnnik (10 000 kg/ha)
Umbrohutõrjevahend	150 ml/ha	-
Kahjuritõrjevahend	0,5 l/ha	-
Kasvuregulaator	0,8 l/ha	-
Vahekultuur (talirüps ja rukis)	-	6 kg/ha ⁻¹ ja 180 kg/ha ⁻¹

Tavasüsteemi tootmisprotsess algab augustis katsepõldude kündmisega ja seejärel need kultiveeritakse (lisa 2). Väetist antakse ainult N50, N100 ja N150 variandis ning peale seda põllud kultiveeritakse teist korda ning külvatakse mulda talinisu sort Fredis, peale mida toimub külvi rullimine. Kevadel, aprillis, antakse väetist juurde variantidele N100 ja N150 ning äestatakse põllud kõikides variantides. Umbrohutõrjet, haigustõrjet ja kasvuregulaatorit kasutatakse mais kõikides tavasüsteemi variantides. Juunis vajab täiendavat väetamist N150 variant, saades sellega kätte ka oma viimane lämmastikväetise annuse. Saagikoristus toimub augustis.

Mahesüsteemi tootmisprotsess algab samuti augustis katsepõldude kündmisega, seejärel kultiveeritakse põllud kaks korda ning septembris külvatakse kõikides variantides mulda talinisu sort Fredis (lisa 3). Peale talinisu külvi, põld rullitakse, et seemned saaksid mulda ühtlasele sügavusele. Aprillis väetatakse M2 variandis ja seejärel äestatakse põlde kõikides mahesüsteemi variantides. Saagikoristus toimub augustis ja peale seda põllud freesitakse ning külvatakse mulda vahekultuur.

Uuritava 2013-2017 perioodi saagikust hinnates on näha (joonis 4, lk 29), et kõige kõrgemad saagikusunäitajad on olnud aastal 2015, kui ilmastikuolud olid teraviljakasvatuseks soodsad ja kõige madalamad saagikusunäitajad aastal 2016, kui ilm teraviljakasvatust ei soosinud. Tavaviljeluse kontrollvariandi N0 saagikusunäitajad viieaastases perioodis jäid vahemikku 1,55-3,00 t/ha ning ühtlasi jäid madalamaks kui teiste tavaviljelusvariantide tulemused. Variandi N0, mille puhul kasutati ainult taimekaitsevahendeid, viie aasta keskmine saagikusunäitaja oli 2,50 t/ha. Tavavariandi N50, mille puhul kasutati lisaks taimekaitsevahenditele ka väetist (N₅₀P₂₅K₉₅), viie aasta saagikusunäitajad jäid vahemikku 1,60-7,44 t/ha ja keskmine saagikus oli 4,54 t/ha. Aastal 2013 ületas N50 variandi saagikusunäitaja teiste variantide saagikusunäitajaid, kuid enamasti jäid selle näitajad madalamaks kui N100 ja N150 saagikustulemused. Variandi N100, mille lämmastikannus väetises on suurem (N₁₀₀P₂₅K₉₅), viie aasta saagikusunäitajad jäid vahemikku 2,88-7,65 t/ha ja viie aasta keskmine saagikus oli 4,98 t/ha. Aastatel 2013, 2016 ja 2017 olid N100 saagikusunäitajad kõrgemad kui N150 variandis. Variandi N150, mille korral lämmastikannus väetises oli kõige suurem (N₁₅₀P₂₅K₉₅), saagikusunäitajad jäid vahemikku 1,50-7,82 t/ha, viie aasta keskmine saagikusunäitaja oli 4,65 t/ha.



***M0**- maheviljelussüsteemi kontrollvariant; **M1**- talviste vahetultuuridega külvikord; **M2**- talviste vahetultuuridega külvikord+ veisesõnnik; **N0**- tavaviljeluse kontrollvariant; **N50**, **N100**, **N150**- lämmastikväetise kogus vastavalt 50 kg/ha, 100 kg/ha ja 150 kg/ha kohta ja P 25 kg/ha ja F 95 kg/ha kõigile

Joonis 4. Talinisu tava- ja maheviljelusvariantide keskmised saagikused aastatel 2013-2017 ja uuritava perioodi keskmised saagikused (EMÜ PKI)

Maheviljeluse kontrollvariandi ehk M0, mille puhul järgitakse ainult külvikorda, saagikused näitajad vaadeldaval perioodil jäid vahemikku 1,45-4,41 t/ha. Kõige viljakamal aastal jäi M0 saagikus teistest maheviljelusvariantidest väiksemaks, kuid uuritava perioodi ebasoodsal aastal ehk 2016 oli M0 saagikus teistest mahevariantidest kõrgema tulemusega. Viie aasta keskmine saagikus oli 3,08 t/ha. Variandi M1, mille puhul kasvatatakse vahetultuure, saagikused näitajad jäid vaatlusalusel perioodil vahemikku 1,36-4,88 t/ha. Aastal 2016 oli M0 saagikused näitaja kõrgem kui M1, kuid ülejäänud aastatel olid M1 saagikused näitajad kõrgemad kui M0 ja M2 variandis. Variant M1 oli mahesüsteemis kõige kõrgema keskmise saagikused näitajaga ehk selle viie aasta keskmine oli 3,35 t/ha. Variant M2, mille puhul kasutatakse sõnnikut lisaks vahetultuuride kasvatamisele, saagikused näitajad jäid viieaastases perioodis vahemikku 1,32-4,71 t/ha. Variandi M2 viie aasta keskmine saagikus oli 3,31 t/ha, see oli 6,95% kõrgem kui M0 variandi keskmine tulemus ja 1,19% madalam kui M1 variandi keskmine tulemus.

Antud tulemused näitavad seda, et maheviljeluse saagikused näitajad aastate lõikes olid rohkem stabiilsemad kui tavaviljeluses. Väetised on põllukultuuride kasvatamisel oluline sisend kuid

alati ei ole kõige tootlikum just see variant, mille puhul kasutatakse kõige suuremas koguses väetist. Teisalt ei saa neid tulemusi hinnata alati lisaressursside kasutamise poolest, kuna põllumajandusaasta tootlikkust mõjutab suurel määral ilmastik. Uuringu käigus selgus, et tavasüsteemi saagikus on maheviljelusest enamjaolt kõrgem. Ainult variandi M0 saagikus oli kolmel aastal kõrgem kui tavaviljeluse N0 variandis. Kõrgem saagikus oli aastatel 2014, 2015 ja 2017 tavasüsteemi variandis N150, aastal 2013 variandis N50 ja aastal 2016 variandis N100. Mahesüsteemis oli aastatel 2013, 2014 ja 2015 kõrgeima saagikusega variant M1, aastal 2016 variant M0 ja aastal 2017 variant M2.

Saagikus on ühtlasi ka näitaja, mille abil saab arvutada väetiste tehnilist ja majanduslikku efektiivsust. Väetiste efektiivsuse arvutamisel võetakse arvesse nii väetise kogus kui ka maksumus. Selle näitaja arvutamine aitab leida kõige efektiivsema väetisannuse, mille korral on saagikusanäitaja kõige kõrgem- see aitab planeerida põllumajandustootjal väetusplaani ning aitab seejuures ära hoida liigseid kulutusi. Saagikus ehk tootlikkus kasvab teatud tasuvuspunktini ja hakkab seejärel langema- maksimaalne väetisannus ei anna maksimaalset saaki.

Tavaviljeluse korral on lubatud nii keemilised taimekaitsevahendid kui ka väetised. Need vähendavad erinevaid ilmastiku- ja mullatingimustest tulenevaid riske: vilja lamendumine, liigne umbrohostumine, erosioonist tingitud toitainete uhtumine jne. Kui mahesüsteemis on väetisena kasutusel ainult sõnnik, siis tavapõllumajanduses kasutati Eerika katsepõllul kompleksväetist (NPK). Antud analüüsis on hinnatud lämmastikväetise efektiivsust. Väetusefekti (summaarne enamsaak) leidmisel on aluseks võetud vaadeldava perioodi 2013-2017 saagikus (kg/ha) iga aasta kohta eraldi. Lämmastikväetise efektiivsuse (enamsaak kg/€) arvutamiseks on aluseks võetud väetusefekt (enamsaak kg/ha) ning lämmastikväetise maksumus (€/ha). Lämmastikväetise ühikumaksumus on võetud iga aasta kohta eraldi Põllumajandusuuringute Keskuse kattetulu arvutustest.

Variandi N50 väetusefekt oli kõrgeim ainult aastal 2013 (tabel 5, lk 30). Variandi N100 väetusefekt oli kõrgeim aastatel 2016 ja 2017 ning variandi N150 väetusefekt oli kõrgeim aastatel 2014 ja 2015. Kuna väetusefekt on summaarne enamsaak ehk saagi juurdekasv, siis on ka väetusefekt suurim just neis variantides, mille saagikus on suurim. Lämmastikväetise efektiivsus väärtuseliselt (enamsaak kg/€) oli aastatel 2013, 2014, 2015 ja 2017 kõige kõrgem variandis N50, mille korral lämmastikväetist kasutatakse kõige

vähem. Aastal 2016 oli väetise efektiivsus (enamsaak kg/€) kõige kõrgem variandis N100. Variandi N150 väetise efektiivsus ei olnud vaadeldaval perioodil mitte ühelgi aastal kõrgeim, mis tähendab, et suurim lämmastiku kogus ei anna suurimat majanduslikku tulu. Kõige rohkem tulu ühe väetisele kulutatud euro kohta teeniti variandis N50. Seega tuleb leida ka agronoomiliselt optimaalne lämmastiku kogus, millega saadakse konkreetsel mullal maksimaalne saak. Agronoomiliselt efektiivsest suuremad väetiskogused täiendavat enamsaaki ei anna.

Tabel 5. Tavaviljelusvariantide väetusefekt (EMÜ PKI, autori koostatud)

		N0	N50	N100	N150
2013	N- väetise maksumus (€/ha)	0,00	47,97	95,93	143,90
	Saagikus kg/ha	2424,44	4330,29	4272,39	3850,82
	Väetusefekt (kg/ha)	x	1905,85	1847,95	1426,38
	Väetise efektiivsus (enamsaak kg/€)	x	39,73	19,26	9,91
2014	N- väetise maksumus (€/ha)	0,00	39,53	79,07	118,60
	Saagikus kg/ha	2999,34	3652,90	3847,51	3928,69
	Väetusefekt (kg/ha)	x	653,56	848,18	929,36
	Väetise efektiivsus (enamsaak kg/€)	x	16,53	10,73	7,84
2015	N- väetise maksumus (€/kg)	0,00	44,77	89,53	134,30
	Saagikus kg/ha	2215,97	7443,78	7646,03	7815,53
	Väetusefekt (kg/ha)	x	5227,82	5430,06	5599,57
	Väetise efektiivsus (enamsaak kg/€)	x	116,78	60,65	41,69
2016	N- väetise maksumus (€/ha)	0,00	36,35	72,70	109,06
	Saagikus kg/ha	1546,62	1600,00	2876,42	1496,58
	Väetusefekt (kg/ha)	x	53,38	1329,80	-50,03
	Väetise efektiivsus (enamsaak kg/€)	x	1,47	18,29	-0,46
2017	N- väetise maksumus (€/ha)	0,00	34,74	69,48	104,22
	Saagikus kg/ha	3303,38	5660,30	6273,25	6167,45
	Väetusefekt (kg/ha)	x	2356,93	2969,88	2864,08
	Väetise efektiivsus (enamsaak kg/€)	x	67,85	42,75	27,48

Maheviljeluse tootmisprotsessi põhiline eesmärk on kasvatada vilja looduslikust aspektist lähtudes ehk kõik kasutatud lisained on looduslikku päritolu. Sellest lähtuvalt ei saa mahevilja korral arvutada selle otsest väetiste efektiivsust, vaid saab vaadelda enamsaaki ja sõnniku mõju enamsaagile (tabel 6, lk 32). Enamsaagi (kg/ha) arvutamisel võeti aluseks saagikus (kg/ha) ja arvutused tehti iga aasta kohta eraldi, perioodiks ajavahemik 2013-2017. Väetise efektiivsust (enamsaak kg/€) sai arvutada variandi M2 kohta. Selle arvutamisel võeti

aluseks asjaolu, et sõnnikuga väetamisel on ühe hektari kohta lämmastikku koguses 49 kg/ha (EMÜ PKI). Orgaanilise väetise lämmastiku sisaldus ja ühikuhinnad pärinevad Põllumajandusuuringute Keskusest.

Tabel 6. Maheviljelusvariantide enamsaak ja orgaanilise väetise efektiivsus (EMÜ PKI, autori koostatud)

		M0	M1	M2
2013	N- väetise maksumus (€/ha)	0,00	0,00	47,04
	Saagikus (kg/ha)	3112,88	3391,89	3262,78
	Enamsaak (kg/ha)	x	279,02	149,90
	Väetise efektiivsus (enamsaak kg/€)	x	x	3,19
2014	N- väetise maksumus (€/ha)	0,00	0,00	39,20
	Saagikus (kg/ha)	3424,10	3696,43	3522,15
	Enamsaak (kg/ha)	x	272,34	98,06
	Väetise efektiivsus (enamsaak kg/€)	x	x	2,50
2015	N- väetise maksumus (€/kg)	0,00	0,00	43,61
	Saagikus (kg/ha)	4413,02	4875,71	4707,65
	Enamsaak (kg/ha)	x	462,69	294,64
	Väetise efektiivsus (enamsaak kg/€)	x	x	6,76
2016	N- väetise maksumus (€/ha)	0,00	0,00	38,22
	Saagikus (kg/ha)	1452,11	1362,05	1323,13
	Enamsaak (kg/ha)	x	-90,06	-128,98
	Väetise efektiivsus (enamsaak kg/€)	x	x	-3,37
2017	N- väetise maksumus (€/ha)	0,00	0,00	34,79
	Saagikus (kg/ha)	3004,38	3448,28	3717,95
	Enamsaak (kg/ha)	x	443,90	713,58
	Väetise efektiivsus (enamsaak kg/€)	x	x	20,51

Enamsaak oli variandis M1 kõige kõrgem aastal 2015 (462,69 kg/ha) ja kõige madalam aastal 2016 (-90,06 kg/ha). Mõlemad näitajad olid sõltuvuses vastava aasta ilmastikuoludest. Nii nagu saagikusunäitajad olid aastal 2015 kõige kõrgemad, olid ka enamsaagi näitajad samal aastal kõige tulemuslikumad. Aastal 2016 ilmastik ei soosinud teraviljakasvatust ja sellest tulenevalt olid ka madalad enamsaagi näitajad. Tulemustest selgus, et aastatel 2013-2016 oli kõige efektiivsem viljelusvariant mahesüsteemis variant M1, milles kasvatatakse vahekultuure. Ainult aastal 2017 oli variandi M2 enamsaak kõrgem kui variandis M1, sõnnikuga väetamine seega enamsaagile mõju ei oma.

Analüüsi käigus selgus, et tavaviljeluse saagikus oli uuritaval perioodil maheviljeluse saagikusest suurem. Tavasüsteemis olid erinevatel aastatel efektiivsemad erinevad variandid. See tähendab, et aastal 2013 oli enamsaak kõrgeim variandis N50, siis aastatel

2016 ja 2017 oli see kõrgeim variandis N100 ning aastatel 2014 ja 2015 variandis N150. Lämmastikväetise majanduslik efektiivsus (enamsaak kg/€) oli aastatel 2013, 2014, 2015 ja 2017 kõige kõrgem variandis N50, aastal 2016 variandis N100. Variandi N150 väetise efektiivsus vaadeldaval perioodil ei olnud ühelgi aastal kõige kõrgem. See tähendab, et lämmastikväetisele kulutatud ühe euro kohta teeniti kõige rohkem tulu variandis N50. Mahesüsteemis oli, võttes aluseks vahetult, efektiivseim variant M1. Variandi M2 enamsaak jäi madalamaks. Sõnnikuga väetamine põldkatsete põhjal enamsaaki ei suurenda.

2.3. Tava- ja maheviljeluse teravilja kvaliteedinäitajad

2.3.1. Talinisu langemisarv, mahumass ja proteiinisaldus

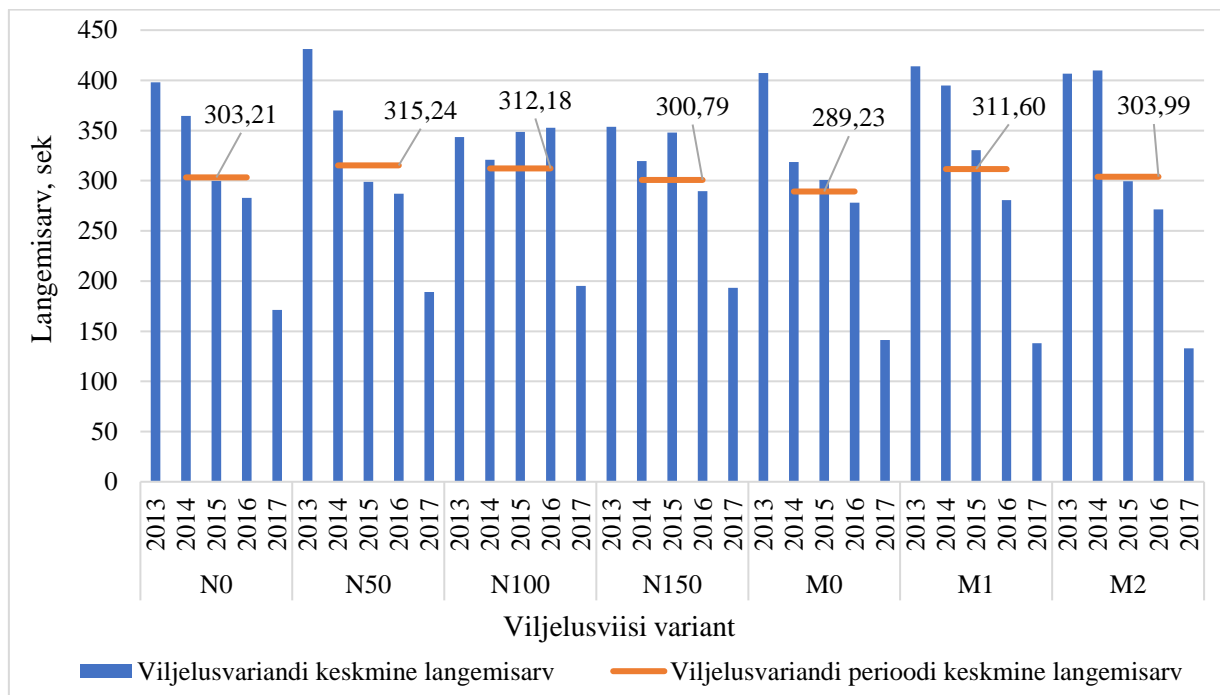
Eerika katsepõllult saadud saagi kvaliteedi hindamiseks valiti välja kolm põhilist näitajat, mille abil enim teravilja kvaliteeti hinnatakse. Nendeks näitajateks on (tabel 7): langemisarv (sek), mahumass (g/l) ja proteiinisaldus (%). Selleks, et kvaliteedinäitajaid võrdluseks kasutada, arvutati 2013-2017 aastate mahe- ja tavaviljelusvariantide keskmised kvaliteedinäitajad.

Tabel 7. Toidunisu kokkuostu kvaliteedinäitajate lubatud vahemikud (Vilja kokkuost):

Kvaliteedinäitaja	I kat.	II kat.	III kat	IV kat	V kat
Langemisarv, sek	Min 275	Min 250	Min 240	Min 210	Min 180
Mahumass, g/l	Min 770	Min 760	Min 750	Min 740	Min 730
Proteiin %	Min 14	Min 13	Min 12	Min 11	Min 11

Üheks valitud näitajaks, millega hinnata talinisu kvaliteeti, valiti langemisarv (sek). Tavasüsteemi kontrollvariandi langemisarvu näitajad vaadeldaval perioodil jäid vahemikku 171,25-398,00 sek (joonis 5, lk 34). Variandi N50 langemisarvu näitajad jäid vahemikku 189,25-431,25 sek ja variandi N100 langemisarvu näitajad jäid vahemikku 195,25-352,75 sek. Kõige kõrgema lämmastikannusega variandi N150 langemisarvu näitajad jäid vahemikku 193,25-353,75 sek. Maheviljeluse variandis M0 olid viieaastases perioodis langemisarvu näitajad vahemikus 141,25-407,38 sek. Variandi M0 viie aasta keskmine langemisarv oli 289,23 sek. Variandi M1 langemisarvu näitajad jäid

samas perioodis vahemikku 138,00-414,13 sek. Variandi M2 langemisarv jäi uuritava perioodil vahemikku 133,00-409,75 sek.

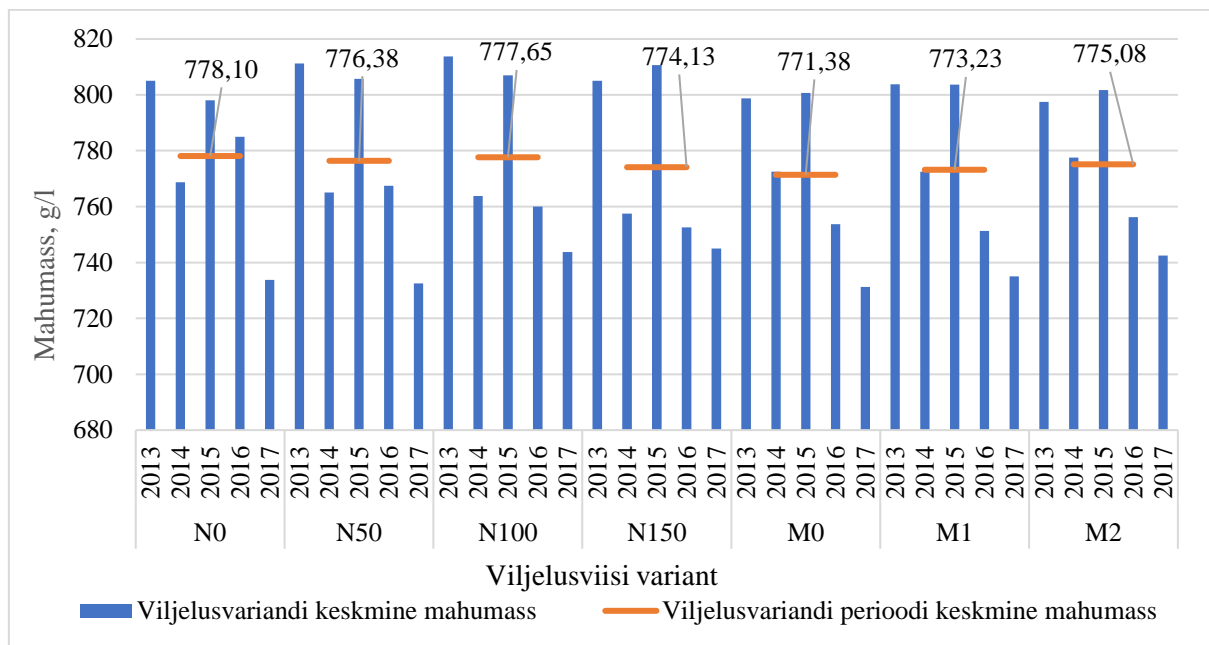


Joonis 5. Talinisu tava- ja maheviljelusvariantide keskmised langemisarvu näitajad aastatel 2013-2017 ja uuritava perioodi keskmised langemisarvu näitajad (EMÜ PKI)

Tavasüsteemis oli kõige kõrgema tulemusega N50 variant, mille kasvatamisel kasutatakse lämmastikku 50 kg/ha kohta ja fosforit ning kaaliumit ikka vastavalt 25 kg/ha ja 95 kg/ha. Kõige madalamate langemisarvu näitajatega oli N150 variant ehk variant, mille puhul kasutatakse kõige suuremat väetisannust. Mahesüsteemi puhul oli kõige kõrgema langemisarvu näitajaga M1 variant ehk mille kasvatamisel kasutatakse talviseid vahekultuure ja kõige madalamate tulemustega variant M0, mille puhul järgitakse ainult külvikorda. Aastatel 2013 ja 2014 oli variantide M0, M1, M2, N0 ja N50 langemisarvu näitajad kõrgemad kui variantides N100 ja N150. Seevastu jällegi variantides N100 ja N150 oli langemisarvu tulemustes viie aasta lõikes vähem kõikumisi kui teistes variantides.

Mahumass ehk mahukaal on üheks teravilja saagi kvaliteeti hindavaks näitajaks ja ühtlasi ka näitaja, mille alusel Eestis vilja kokku ostetakse. Tavaviljeluse kontrollvariandi N0 mahukaal (joonis 6, lk 35) jäi aastatel 2013-2017 vahemikku 733,75-805,00 g/l. Teise tavaviljeluse N50 variandi mahumass oli samal perioodil vahemikus 732,50-811,25 g/l ja N100 variandi mahukaal oli vahemikus 743,75-813,75 g/l. Variandi N150 mahukaal oli vahemikus 745,00-810,67 g/l. Maheda kontrollvariandi ehk M0 näitaja mahukaal

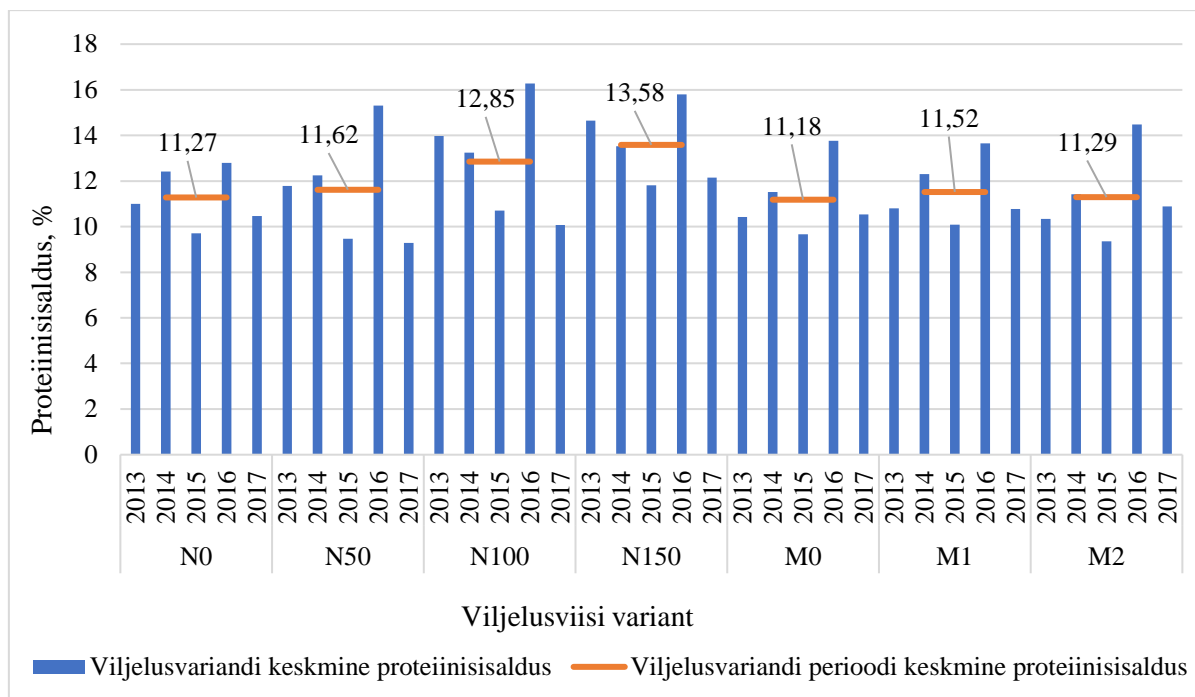
ajavahemikul 2013-2017 oli vahemikus 731,25-800,67 g/l. Teise maheüsteemi variandi ehk M1 mahukaal samal ajavahemikul oli 735,00-803,75 g/l ja M2 variandi mahukaal vahemikus 742,50-801,67 g/l.



Joonis 6. Talinisu mahe- ja tavaviljelusvariantide keskmised mahumassi näitajad aastatel 2013-2017 ja uuritava perioodi keskmised mahumassi näitajad (EMÜ PKI)

Võrreldes omavahel tava- ja maheviljelusvariante, siis kõige madalama mahukaalu näitajatega oli M0 variant ja kõige kõrgema tulemusega N100 variant. Tavaviljeluses oli kõige kõrgemate näitajatega N100 variant, mille väetises on lämmastikku rohkem ehk 100 kg/ha ja kõige madalamate mahukaalu näitajatega N150 variant, mille väetises on lämmastikku 150 kg/ha. Maheviljeluses oli kõige kõrgema tulemusega M1 variant ehk vahekultuuridega variant ja kõige madalama tulemusega M0 ehk kontrollvariant. Aastate lõikes olid mahukaalu näitajate kõikumised pigem väikesed ja sõltusid suurel määral ilmastikust.

Ajavahemikul 2013-2017 oli tavasüsteemi kontrollvariandi N0 proteiinisaldus (joonis 7, lk 36) vahemikus 9,70-12,79%. Variandi N50 proteiinisaldus jäi samal perioodil vahemikku 9,29-15,31% ja N100 proteiinisaldus vahemikku 10,08-16,27%. Variandi N150 proteiinisaldus jäi uuritava perioodil vahemikku 11,81-15,80%. Maheviljeluse variandi M0 proteiinisaldus oli vahemikus 9,66-13,77%. Variandi M1 tulemus samal perioodil oli vahemikus 10,08-13,65% ja variandi M2 tulemus 9,35-14,48%.



Joonis 7. Talinisu mahe- ja tavaviljelusvariantide keskmised proteiinisalduse näitajad aastatel 2013-2017 ja uuritava perioodi keskmised proteiinisalduse näitajad (EMÜ PKI)

Tava- ja maheüsteemi variante võrreldes oli kõige kõrgema proteiinisaldusega variant N150 ja kõige madalama proteiinisaldusega variant M0. Tavasüsteemis oli kõige kõrgema proteiinisaldusega N150 variant ja kõige madalama näitajaga N0 variant. Maheviljeluses oli kõige kõrgema tulemusega M1 variant, milles järgitakse külvikorda ja kasvatatakse vahekultuure. Kõige madalama proteiinisaldusega M0 variant, milles järgitakse ainult külvikorda. Aastate lõikes olid maheüsteemi variantide proteiinisalduse näitajad stabiilsemad kui tavasüsteemi variantidel.

Analüüsides kolme erineva kvaliteedinäitaja alusel talinisu saagi kvaliteeti selgub, et langemisarvu järgi oli kõige kõrgema kvaliteediga variant N50, mahumassi järgi variant N100 ja proteiinisalduse järgi variant N150. Seega ei eristu ükski tavaviljeluse variant teistest parima kvaliteedi poolest. Maheüsteemis oli langemisarvu ja proteiinisalduse järgi kõige parem variant M1, mahumassi järgi variant M2. Kahe kvaliteedinäitaja alusel on kvaliteetsem see variant, mille korral kasvatatakse vahekultuure. Võrreldes omavahel tava- ja maheviljeluse variante, siis langemisarvu ja mahumassi järgi kvaliteeti hinnates oli kvaliteeditase ühtlane. Proteiinisalduse järgi olid viljelusviisid üksteisest erinevad, tavasüsteemi variantide proteiinisaldus oli viiel aastal kõrgem kui maheüsteemis.

2.3.2. Talinisu saagi vastavus kvaliteedinõuetele

Kvaliteedinõuetele vastavus määratakse selle näitaja järgi, mille kvaliteedinäitaja on kõige madalam. Kui vili vastab toiduvilja kvaliteedinõuetele, siis see saak realiseeritakse inimestele toiduks. Kui vili ei vasta toiduvilja kvaliteedinõuetele, siis vili realiseeritakse söödaviljaks ehk loomadele söödaks. Toiduvilja jaoks peab vili olema iga hinnatava näitaja alusel olema kvaliteetne, vastasel juhul ei saa seda toiduviljana käsitleda. See tähendab, et kui langemisarvult kvalifitseerub vili esimese kategooria alla ja proteiinisalduse järgi söödavilja alla, siis on see saak kõlblik loomasöödaks.

Aastal 2013 liigitus kõikide tavasüsteemi variantide (N0, N50, N100, N150) langemisarvu ja mahukaalu näitajad esimese kategooria alla, kuid proteiinisalduse järgi kuulusid variandid madalamasse kategooriasse. Sellest tulenevalt kuulusid aastal 2013 kvaliteedilt variandid N0 neljanda, N50 kolmanda ning N100 ja N150 esimese kategooria toidunisu alla. Maheviljeluse variantide M0, M1 ja M2 langemisarvu ning mahukaalu näitajad esimese kategooria alla kuid proteiinisalduse kuulusid variandid madalama kvaliteedi alla. Sellest tulenevalt liigitus variandi M1 vili neljanda kategooria toiduvilja alla ning variantide M0 ja M2 vili söödaviljaks.

Aastal 2014 liigitusid tavasüsteemi variandid N0, N50, N100 ja N150 langemisarvult esimesse ning mahukaalult variandid N0, N50 ja N100 teise ning N150 kolmandasse kategooriasse. Proteiinisalduse järgi kuulusid N0 ja N50 kolmanda, N100 teise ja N150 esimesse kategooriasse. Sellest lähtuvalt kuulusid aastal 2014 tavasüsteemi variandid N0, N50 ja N150 kolmanda ning N100 teise kategooria toidunisu alla. Maheviljeluse variandid M0, M1 ja M2 kuulusid langemisarvu ja mahukaalu järgi esimese kategooria alla. Proteiinisalduse järgi liigitusid variandid kvaliteedilt madalamatesse kategooriatesse. Sellest tulenevalt kuulusid aastal 2014 kolmanda kategooria alla M0 ja M1 variant ning neljanda kategooria alla M2 variant.

Aastal 2015 liigitusid kõikide tavavariantide langemisarvu ning mahukaalu näitajad esimesse kategooriasse. Proteiinisalduse järgi oli toiduvilja nõuetele vastavus puudulik ja seetõttu määrati kvaliteet aastal 2015 järgnevalt: variant N100 neljanda ja N150 kolmanda kategooria toiduvilja alla ning variantide N0 ja N50 saak söödavilja alla.

Maheviljelusvariandid liigitusid langemisarvu ja mahukaalu näitajate järgi esimesse kategooriasse kuid proteiinisalduse järgi ei vastanud saak toiduvilja nõuetele. See tähendab, et kõikide mahevariantide viljasaak kuulus aastal 2015 söödavilja alla.

Aastal 2016 liigitusid kõik tavaviljeluse variandid langemisarvu järgi esimesse kategooriasse. Mahukaalu järgi kuulusid variandid N0 esimese, N50 ja N100 teise ning N150 kolmandasse toidunisu kategooriasse. Proteiinisalduse järgi kuulusid variandid N0 teise ning N50, N100 ja N150 esimesse kategooriasse. Lähtuvalt eelnevatest tulemustest, kuuluvad variandid N0, N50 ja N100 teise ning variant N150 kolmanda kategooria toidunisu alla. Maheviljelusvariandid liigitusid samal aastal langemisarvu järgi M0 ja M1 esimesse ning M2 teise kategooriasse, mahukaalu järgi liigitusid kõik variandid kolmandasse kategooriasse. Proteiinisalduse osas kuulusid kõik maheviljeluse variandid esimesse kategooriasse. Kõige madalamad tulemused esinesid mahukaalu järgi kvaliteeti hinnates. Järelikult aastal 2016 kuulusid kõik maheviljeluse variandid kvaliteedilt kolmandasse kategooriasse.

Aastal 2017 liigitusid tavaviljelusvariandid langemisarvu järgi- N100 ja N150 viienda kategooria toiduvilja alla ning variandid N0 ja N50 söödavilja alla. Mahukaalu järgi liigitusid variant N0 ja N50 viienda ning N100 ja N150 neljanda kategooria alla. Proteiinisalduse alusel kuulusid variandid N0 neljanda ja N150 kolmanda kategooria toiduvilja alla, variantide N50 ja N100 saak kuulus söödavilja alla. Analüüsi käigus selgus, et aastal 2017 kuulusid variandid N0, N50 ja N100 söödavilja alla ning variant N150 viienda kategooria toiduvilja alla. Maheviljelusvariandid liigitusid langemisarvu järgi söödavilja alla. Mahukaalu järgi M0 ja M1 viiendasse ning M2 neljandasse kategooriasse ja proteiinisalduse järgi liigitusid kõik maheviljelusvariandid neljandasse toiduvilja kategooriasse. Järelikult aastal 2017 kasutati kõikide mahevariantide viljasaaki söödaviljana.

Analüüsi käigus selgus, et tavavariantide (N0, N50, N100, N150) korral liigitus saak aastatel 2013, 2014 ja 2016 toidunisuks, jäädes seejuures kvaliteedilt esimesse kuni neljandasse kategooriasse. Kõige rohkem esines kvaliteedilt kolmanda kategooria nisu. Aastal 2015 liigitusid toiduvilja alla ainult variandid N100 ja N150, jäädes vastavalt neljandasse ning kolmandasse kategooriasse. Aastal 2017 liigitus toidunisu alla kvaliteedilt ainult variandi N150 saak, jäädes kvaliteedilt viiendasse kategooriasse. Mahevariantide nisusaagid liigitusid aastatel 2014 ja 2016 toidunisu alla ja selle kvaliteet jäi valdavalt kolmandasse ning neljandasse kategooriasse. Aastatel 2013 liigitus toiduvilja alla ainult variandi M1 saak ning

aastatel 2015 ja 2017 ei vastanud ühegi variandi mahenisu saak toiduvilja kvaliteedinõuetele ning seetõttu sai seda kasutada ainult söödaviljana.

Võrreldes tava- ja maheviljelusvariante, siis selgub, et tavavariantide saak on aastate lõikes kvaliteetsem ehk selle süsteemi variantide saak kvalifitseerub enamasti ikkagi toidunisuks. Maheviljelusvariantidest sai aastal 2013 kasutada toiduviljana ainult M1 variandi saaki ning aastatel 2015 ja 2017 ei vastanud ühegi variandi vili toidunisu nõuetele ning seda sai kasutada ainult söödaviljana. Kui tavaviljeluses sai igal aastal vähemalt ühe variandi saaki kasutada toidunisuna, siis maheviljeluses kuulusid kolmel aastal enamasti kõikide variantide saagid söödanisu alla.

KOKKUVÕTE

Talinisu osakaal nisu kasvupinnast aastatega järjest suureneb. Üheks talinisu kasvatamise suurimaks eeliseks on selle kõrgem saagikus, mis on suurel määral tingitud pikemast kasvuperioodist. Sellest aspektist lähtuvalt kasvab järjest enam vajadus uurida nii tava- kui maheteravilja tootlikkust ja kvaliteedinäitajaid. See aitab põllumajandustootjal teha valikuid, milline tootmistüüp sobib tema keskkonnatingimustesse kõige paremini.

Bakalaureusetöö eesmärk oli välja selgitada talinisu kasvatamise tootlikkuse ja vilja kvaliteedinäitajate erinevused tava- ja maheviljelusviiside teise rotatsiooni võrdluskatsete põhjal. Eesmärgi saavutamiseks kasutati Eesti Maaülikooli põllumajandus- ja keskkonnainstituudi võrdluskatsete andmeid talinisu kohta. Andmed selekteeriti ja analüüsiti ning nende põhjal arvutati mõlema tootmistüübi kohta selle summaarne enamsaak, tavanisu korral lämmastikväetise ning mahenisu korral orgaanilise väetise efektiivsus. Kvaliteediandmed selekteeriti vastavalt viljelusvariandile ja analüüsiti nende vastavust toiduvilja nõuetele.

Tavasüsteemis oli saagikus valdavalt kõige kõrgem variandis, mille korral kasutatakse kõige rohkem lämmastikku, seda tulemust toetab ka fakt, et mida suurem väetisannus, seda suurem saagikus. Suuremat enamsaaki andsid kõrgema lämmastikannusega väetatud variandid. Lähtudes väetise majanduslikust efektiivsusest, siis oli kõige efektiivsem variant, mille korral kasutatakse kõige vähem väetist. Seega tuleb leida ka agronoomiliselt optimaalne lämmastiku kogus, millega saadakse konkreetsel mullal maksimaalne saak. Kvaliteedinäitajate alusel kuulusid kolmel aastal kõik tavasüsteemi variandid toidunisu alla ja kahel ülejäänud aastal kuulusid toiduvilja alla valdavalt ainult variandid, mille korral kasutati keskmist ja kõige kõrgemat väetisannust.

Maheüsteemis oli kõige kõrgema saagikusunäitajaga variant, milles kasvatatakse vahekultuure. Järelikult vahekultuuride kasvatamine viljelusvariandis suurendab saagikust rohkem kui sõnniku kasutamine lisaks vahekultuuridele. Kõige kõrgem enamsaak oli valdavalt vahekultuuridega variant. Lähtudes kvaliteeditulemustest, siis viieaastases perioodis sai kõikide variantide mahenisu toiduviljana peamiselt ainult kahel aastal, ülejäänud aastatel kuulus valdavalt mahenisu söödavilja hulka.

Võrreldes omavahel tava- ja mahenisu saagikunäitajaid, siis kõrgem saagikus oli tavasüsteemi variantides, kuid need näitajad olid aastate lõikes ebastabiilsemad kui maheviljelusvariantide saagikustulemused. Järelikult on tavasüsteemi saagikus suuremas sõltuvuses ilmast kui maheviljeluse saagikus. Summaarne enamsaak on saagi juurdekasv ja sellest tulenevalt olid ka enamsaagi tulemused kõrgemad just tavasüsteemis, kuna selles viljelussüsteemis olid saagikunäitajad kõrgemad. Kvaliteedinäitajate järgi olid kvaliteetsemad tavaviljeluse variandid. Igal aastal kuulus vähemalt ühe tavaviljeluse variandi saak toiduvilja alla kuid maheviljeluses sai toiduvilja valdavalt ainult kahel aastal.

Uurimus näitab, et tavaviljeluse talinisu kasvatamine katsepõllul oli aastatel 2013-2017 efektiivsem kui maheviljelusvariantide kasvatamine. Mahesüsteemi variantide tootlikkuse ja kvaliteedi suurendamisele aitaks kaasa maheseemne aretus, agrotehniliste võtete täiendamine ja mullaviljakuse oskuslikum säilitamine.

KASUTATUD KIRJANDUS

Abiks põllumajandussaaduste väikekäitlejale III osa: Tera- ja kaunviljade ning õlikultuuride töötlemine (2013). Eesti Mahepõllumajanduse Sihtasutus. 198 lk. <https://www.digar.ee/arhiiv/et/download/111805> (21.02.2021)

Bioloogilised taimekaitsevahendid. Baltic Agro kodulehekül. (i. a.). <https://www.balticagro.ee/mahe/taimekaitse> (18.01.2021)

Carlsson, L-B., Ellermäe, O., Kuldkepp, P., Leming, R., Luik, A., Lund, V., Mikk, M., Põldma, P., Redman, M., Tamm, U., Vetemaa, A., Vill, P. (2008). Mahepõllumajanduse alused. 169 lk. [mahepoll_alused.pdf](#) (02.11.2020)

Chandra, K. (2005). Organic manures. Regional Centre of Organic Farming. 46 p. [https://www.jaivikkheti.in/DMS/Organic Manures.pdf](https://www.jaivikkheti.in/DMS/Organic%20Manures.pdf) (24.04.2021).

Coelli, T.J., O'Donell, P.R.C., Battese, G.E. (2005). An introduction to Productivity and Efficiency Analysis, Second Edition. USA: Springer. 130 p. <http://dl.icdst.org/pdfs/files/3a67240be4e2274e4c95655ec16931de.pdf> (25.04.2021).

Corwin, D.L., Scudiero, E. (2019). Review of soil salinity assessment for agriculture across multiple scales using proximal and/or remote sensors: 5.8.3. Delineating site- specific management units (SSMUs) for irrigation and salinity management. <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/conventional-farming> (22.02.2021)

Eedo, K. (2007). Tootlikkuse kasvu juhtimine ettevõttes. Tallinn: Külim Kirjastus. 119 lk.

Eesti teraviljasektori arengukava aastateks 2014-2020. (2014). Põllumajandusministeerium. 60 lk. <https://www.agri.ee/sites/default/files/content/arengukavad/arengukava-teraviljasektor-2014-2020.docx> (03.03.2021)

Eesti Maaülikooli põllumajandus- ja sotsiaalinstituudi Eerika katsepõllu teise rotatsiooni andmed tava- ja mahepõllumajandusviiside kohta, aastatel 2013-2017. (01.01.2021)

Feledyn-Szewczyk, B., Kus, J., Stalenga, J., Berbec, A.K., Radzikowski, P. (2016). The Role of Biological Diversity in Agroecosystems and Organic Farming. <https://www.intechopen.com/books/organic-farming-a-promising-way-of-food-production/the-role-of-biological-diversity-in-agroecosystems-and-organic-farming> (11.03.2021).

Fostering Productivity and Competitiveness in Agriculture (2011). OECD. 106 p. <https://www.embrapa.br/documents/10180/9523522/Fostering+Productivity+and+Competitiveness+in+Agriculture/be670c0a-d727-424e-87b0-edf63e7c5017> (22.01.2021)

Frija, A., Dhehibi, B., Aw-Hassan, A., Akroush, S., Ibrahim, A. (2015). Approaches to Total Factor Productivity Measurements in the Agriculture Economy. The CGIAR Research Program on Dryland Systems. 20 p. <https://mel.cgiar.org/reporting/download/hash/TS3DKNYY> (25.04.21).

Fuglie, K.O. (2018). Is agricultural productivity slowing? United States Department of Agriculture. 72-83 p. https://www.researchgate.net/publication/325510660_Is_agricultural_productivity_slowing (26.04.21)

Gamliel, A., Bruggen, van A., Finckh, M. (2015). Plant disease management in organic farming systems. 44 p.

https://www.researchgate.net/publication/281516899_Plant_disease_management_in_organic_farming_systems (11.03.2021)

Genereal seeding. (2013). Growing winter wheat. Western Winter Wheat Initiative. <https://www.growwinterwheat.ca/growing-winter-wheat/seeding/general-seeding/> (26.04.2021).

Gluteen. Veski Mati kodulehekül. <https://www.veskimati.ee/veski-mati-opetab/gluteen/> (06.04.2021).

Guidelines for the measurement of productivity and efficiency in agriculture. (2018). *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. <http://www.fao.org/3/ca6395en/ca6395en.pdf> (28.01.21)

International Agricultural Productivity. (2021). Economic Research Service. U.S. Department of Agriculture. <https://www.ers.usda.gov/data-products/international-agricultural-productivity/> (01.05.21).

Kaiser, E.D., Rosen, C.J. (2018). Potassium for crop production. University of Minnesota Extension. <https://extension.umn.edu/phosphorus-and-potassium/potassium-crop-production#secondary-minerals-and-compounds-%28slowly-available-potassium%29-597711> (26.04.2021)

Kangor, J., Kevvai, T., Kevvai, L., Kärblane, H., Astover, A., Ilumäe, E., Lauringson, E., Loide, V., Penu, P., Rooma, L., Sepp, K., Talgre, L., Tamm, U. (2014). Väetamise ABC. Põllumajandusuuringute Keskus. Saku. 51 lk. <https://pmk.agri.ee/sites/default/files/uploads/sites/2/2017/02/VaetamiseABC.pdf> (25.03.2021).

Kasarda, D. D. (2013). Can an Increase in Celiac Disease Be Attributed to an Increase in the Gluten Content of Wheat as a Consequence of Wheat Breeding. *Agricultural and Food Chemistry*. 1155-1159 p. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3573730/pdf/jf305122s.pdf> (21.04.2021).

Kauer, K., Pärnpuu, S., Talgre, L., Ereemeev, V., Luik, A. (2021). Mulla orgaanilise aine koostis sõltuvalt viljelusviisist. — *Agronoomia 2021*. Eesti Taimekasvatuse Instituut. Jõgeva: Vali Press. 33-38 lk. https://dspace.emu.ee/xmlui/bitstream/handle/10492/6380/agronoomia_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y (14.05.21)

Keres, I. (2017). Väetusplaani koostamine. https://www.pikk.ee/upload/files/V%C3%A4etusplaan16_02_2017.pdf (15.04.2021)

Klein, R., Baenziger, P.S., Creech, C., Stepanovic, S., Caswell, K. (2020). Should I Consider Spring Wheat in My cropping System? Institute of Agriculture and Natural Resources. <https://cropwatch.unl.edu/2020/should-i-consider-spring-wheat-my-cropping-system> (09.05.21)

Kooij, van der H. (2020). What is the difference between organic and mineral fertilizers? <https://royalbrinkman.com/knowledge-center/crop-care/difference-organic-mineral-fertilizers> (26.04.21)

Koppel, M. (2010). Muutused teraviljade struktuuris. Eesti Põllumajandus Kaubanduskoda. <https://epkk.ee/mati-koppel-muutused-teraviljade-struktuuris/> (09.05.21).

Koppel, R., Ess, M. (2007). Talinisu sortide omadused ning agrotehnilised võtted kvaliteetse talinisu kasvatamiseks. – Millest sõltub teravilja saagikus. Jõgeva. Jõgeva Sordiaretuse Instituut. 67-84 lk.

Koppel, R. (2020). Talinisu sordid maheviljeluses. Eesti Taimekasvatuse Instituut. <http://www.maheklubi.ee/upload/Editor/mahe%20talinisu%202020.pdf> (06.04.2021)

Kremen, C., Miles, A. (2012). Ecosystem Services in Biologically Diversified versus Conventional Farming Systems: Benefits, Externalities, and Trade-Offs. <http://www.ecologyandsociety.org/vol17/iss4/art40/> (11.03.2021)

Lairon, D. (2010). Nutritional quality and safety of organic food. A review. 41 p. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00886513/document> (11.03.2021)

Langemisarvu (HFN) tõstmine. YARA kodulehekül. (i. a.). <https://www.yara.ee/kultuurtaimed/nisu/nisu-saagi-kvaliteet/langemisarvu-hfn-tostmine/> (21.02.2021)

Lauringson, E., Astover, A., Roostalu, H., Kauer, K., Talgre, L., Penu, P., Loide, V. (2015). Huumusbilansi mudel taimekasvatuse jätkusuutlikkuse hindamise töövahendina. Põllumajandus- ja keskkonnainstituut. Põllumajandusuuringute Keskus. 57 lk. https://www.pikk.ee/upload/files/Lauringson_Astover_jt_Lopparuanne_Huumusbilansi_mudel_tai_mekasvatuse_jatkusuutlikkuse_hindamise_toovahendina.pdf (15.05.21)

Litke, L., Gaile, Z., Ruža, A. (2018) Effect of nitrogen fertilization on winter wheat yield and yield quality. Latvia University of Life Sciences and Technologies. 500-509 p. https://dspace.emu.ee/xmlui/bitstream/handle/10492/3884/Vol16No2_20.pdf?sequence=4&isAllowed=y (20.04.2021)

Luik, A. (2012). Looduslikud vahendid mahepõllumajanduslikus taimekaitses. Eesti Mahepõllumajanduse Sihtasutus. 32 lk.

Maheteravilja Kvaliteedinõuded 2016. Baltic Agro kodulehekül. http://viljahinnad.balticagro.ee/files/Viljaleping_2016_Kvaliteet_Mahevili.pdf (21.03.2021)

Mansberg, M. (2017). Mahepõllumajandusliku taimekasvatuse peamised nõuded ja põhimõtted. Eesti Põllumajanduse Sihtasutus. http://www.maheklubi.ee/upload/Editor/2017_alustajatele_a_nouded_pohimotted_1.pdf (02.03.2021)

Mauldin, M. (2013). Excessive Rain Creates Many Problems for Growers. University of Florida. <https://nwdistrict.ifas.ufl.edu/phag/2013/07/12/excessive-rain-creates-many-problems-for-growers/> (01.05.21).

Mohler, C.L., Johnson, S.E. (2009). Crop Rotation on Organic Farms, a planning manual. 163 p. <https://www.sare.org/wp-content/uploads/Crop-Rotation-on-Organic-Farms.pdf> (11.03.2021)

Muchovej, R.M.C., Pacovsky, R.S. (1997). Future Directions of By-Products and Wastes in Agriculture. 19 p. <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/bk-1997-0668.ch001> (11.03.2021)

Mullaviljakuse põhitõed. (2020). 16 lk. http://www.maheklubi.ee/upload/Editor/Mullaviljakuse_pohitoed_fibl_orc.pdf (22.01.2021)

Multi-factor productivity, Definition 1. Tilastokeskus. https://www.stat.fi/meta/kas/kokonaistuottav_en.html (25.04.2021)

Muscanescu, A. (2013). Organic versus conventional: advantages and disadvantages of organic farming. Bucharest, University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine. 256 p. <http://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.XIII/Art41.pdf> (21.02.2021)

Nisu. (i. a.). Veski Mati kodulehekül. <https://www.veskimati.ee/veski-mati-opetab/nisu/> (17.04.21)

Olesen, J.E., Rasmussen, I.A., Askegaard, M. (2000). Design of an Organic Farming Crop- Rotation Experiment. Acta Agriculture Scandinavica, Section B- Soil & Plant Science. 25 p. <https://orgprints.org/id/eprint/346/1/A0018.pdf> (17.04.21)

Productivity and Efficiency Measurement in Agriculture. (2017). *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. 77 p. <http://www.fao.org/3/ca6428en/ca6428en.pdf> (19.01.2021)

PM0281: Põllumajandusmaa ja -kultuurid maakonna järgi. *Eesti Statistika andmebaas*. <https://www.stat.ee/> (11.05.21)

Raudsepp, M. (2020). Bioloogilistel taimekaitsevahenditel on oluline roll keskkonnasõbralikus põllumajanduses. <https://www.pollumajandus.ee/uudised/2020/03/30/bioloogilistel-taimekaitsevahenditel-on-oluline-roll-keskkonnasõbralikus-pollumajanduses> (16.01.2021)

Rooma, L., Penu, P., Metsur, M., Valdmaa, T. (2007). Hea põllumajandustava. 104 lk. <http://www.digar.ee/id/nlib-digar:13776> (26.01.2021)

Sharma, A., Chetani, R. (2017). A Review on the Effect of Organic and Chemical Fertilizers on Plants, 677- 680 p. <https://www.ijraset.com/files/serve.php?FID=6329> (11.02.2021)

Syverson, C. (2011). What Determines Productivity?. Journal of Economic Literature. 326-365 p. <https://home.uchicago.edu/~syverson/productivitysurvey.pdf> (07.04.2021)

Taimekaitse. SCANDAGRA kodulehekülj. (2021). <https://scandagra.ee/toote-kategooria/taimekaitse/#teravilja-herbitsiidid> (18.01.2021)

Talgre, L., Lauringson, E., Roostalu, H., Astover, A., Ereemeev, V., Selge, A. (2009). The effects of pure and undersowing green manures on yields of succeeding spring cereals. Acta Agriculture Scandinavia, Section B- Soil & Plant Science. 70-79 p. <https://doi.org/10.1080/09064700801906198> (10.05.21)

Talinisu Fredis. (2016). Eesti Taimekasvatuse Instituut. <https://www.etki.ee/index.php/92-sortide-kirjeldused-alam/86-talinisu?showall=&start=1> (16.04.2021)

Tamm, I., Ingver, A., Koppel, R., Tupits, I., Narits, L., Tamm, Ü., Ess, M., Sepp, K., Vetemaa, A. (2016). Mahepõllumajanduslik teravilja- ja õlikultuuride kasvatus. Eesti Mahepõllumajanduse Sihtasutus. 31 lk. <https://www.agri.ee/sites/default/files/content/valjaanded/2016/valjaanne-2016-mahe-teraviljakasvatus.pdf> (02.03.2021)

Tamm, I., Ingver, A., Koppel, R., Tupits, I., Narits, L., Tamm, Ü., Mansberg, M., Vetemaa, A., Sepp, K. (2011). Mahepõllumajanduslik teravilja- ja õlikultuuride kasvatus. Põllumajandusministeerium. 32 lk. http://www.maheklubi.ee/upload/Editor/Trykised/mahe_teraviljakasvatus.pdf (04.03.2021)

Teravilja Kvaliteedinõuded 2018. Baltic Agro kodulehekülj. http://viljahinnad.balticagro.ee/files/Viljaleping_2018_Kvaliteet.pdf (21.03.2021).

The Nebraska Wheat Growers Association. Nebraska Wheat Quality Assurance Report. 30 p. <https://www.nebraskawheat.com/wp-content/uploads/2014/01/WCQAR.pdf> (06.04.2021)

Vettik, R. (2017). Põllumajandusuuringute Keskuses aastatel 2013-2017 analüüsitud sõnnikuproovide keskmised orgaanilise väetise toitaine sisaldus ja maksumus. (13.04.21)

Vilja kokkuost. Tartu Mill kodulehekülj. <https://tartumill.ee/et/tarnijale/> (06.04.2021).

Villemson, A. (2018). Mis avaldab suurimat mõju saagikusele ja kas seda protsessi saab mõjutada? 17 lk. <https://www.pollumajandus.ee/sisuturundus/2018/03/09/mis-avalgab-suurimat-moju-saagikusele-ja-kas-seda-protsessi-saab-mojutada> (13.04.2021)

Vocke, G., Ali, M. (2013). U.S.Wheat Production Practices Costs, and Yields: Variations Across Regions. United States Department of Agriculture. https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/43783/39923_eib116.pdf?v=0 (05.05.21)

Värnik, R., Viira, A.-H., Luik, H., Omel, R., Sepp, M., Matvejev, E., Pehme, S. (2015). Eesti Põllumajandustootjate konkurentsivõimelisus Euroopa Liidu ühise põllumajanduspoliitika tingimustes. 252 lk. https://www.pikk.ee/upload/files/Rando_konkurentsivoime_aruanne_CFLA_260315.pdf (19.01.2021)

Wheat historical development. Yara Mila. <https://www.yara.co.uk/crop-nutrition/wheat/wheat-historical-development/> (01.05.21).

Whitney, T. (2017). Why Grain Test Weights Matter. Institute of Agriculture and Natural Resources. <https://cropwatch.unl.edu/2017/why-grain-test-weights-matter> (21.04.2021)

Wood, C.W., Mullins, G.L., Hajek, B.F. Phosphorus in agriculture. Soil Quality Institute Technical Pamphlet. Auburn University. 5 p. https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs143_019096.pdf (26.04.21)

Young, K. (2021). Wheat grain quality- falling number and pre harvest sprouting resistance. Department of Primary Industries and Regional Development. <https://www.agric.wa.gov.au/wheat/wheat-grain-quality-falling-number-and-pre-harvest-sprouting-resistance> (21.04.2021)

LISAD

Lisa 1. Eerika katsepõllul kasutatud põllumajandusmasinad, kütusetarve ja jõudlus

Põllumajandusmasin koos haakeriistaga	Kütusetarve (l/ha)	Jõudlus (ha/h)
Traktor New Holland TL100 koos kahehõlmalise pöördadra Kverneland ES-80-110-2	20	0,5
Traktor New Holland TL100 koos kombikülvik Kverneland DF1/DA 2,5m	30	1,0
Traktor New Holland TL100 koos kongskilde demeter combiseed N300	10	2,0
Traktor New Holland TL100 koos taimekaitseprits Amaone UF1501 18m	5	7,0
Katselappide väetisekülvik FIONA PROBE/1,5 (käsitsi kasutamiseks)	-	-
Traktor New Holland TL100 (väetisekülvik)	5	10
Traktor New Holland TL100 koos hooldusniiduk Mühling MUH/S 140	25	0,25
Katsekombain SAMPO Rosenlew SR2010, 2m heeder	20	1,0

Lisa 2. Eerika katsepõllu tööprotsessid tavapõllumajanduses ühes tootmistsükli

		Tava N0				Tava N50				Tava N100				Tava N150			
	Kuu	Tehtud töö	Materjal	Kogus	Ühik	Tehtud töö	Materjal	Kogus	Ühik	Tehtud töö	Materjal	Kogus	Ühik	Tehtud töö	Materjal	Kogus	Ühik
2013	AUG.	Kündmine	/	/	/	Kündmine	/	/	/	Kündmine	/	/	/	Kündmine	/	/	/
	AUG.	Kultiveerimine	/	/	/	Kultiveerimine	/	/	/	Kultiveerimine	/	/	/	Kultiveerimine	/	/	/
	AUG.	Väetamine	/	/	/	Väetamine	Yara Mila AN 34,4	500/100	kg/ha	Väetamine	Yara Mila AN 34,4	500/100	kg/ha	Väetamine	Yara Mila AN 34,4	500/15	kg/ha
	AUG.	Kultiveerimine	/	/	/	Kultiveerimine	/	/	/	Kultiveerimine	/	/	/	Kultiveerimine	/	/	/
	SEPT.	Talinisu külv	Fredis	237	kg/ha	Talinisu külv	Fredis	237	kg/ha	Talinisu külv (tava)	Fredis	237	kg/ha	Talinisu külv	Fredis	237	kg/ha
	SEPT.	Külvi rullimine	/	/	/	Külvi rullimine	/	/	/	Külvi rullimine	/	/	/	Külvi rullimine	/	/	/
2014	APR.	Väetamine	-	-	-	Väetamine	-	-	-	Väetamine	AN 34,4	145	kg/ha	Väetamine	AN 34,4	145	kg/ha
	APR.	Äestamine	/	/	/	Äestamine	/	/	/	Äestamine	/	/	/	Äestamine	/	/	/
	MAI	Umbrohutõrje	Sekator OD	150	ml/ha	Umbrohutõrje	Sekator OD	150	ml/ha	Umbrohutõrje	Sekator OD	150	ml/ha	Umbrohutõrje	Sekator OD	150	ml/ha
	MAI	Haigustõrje, kasvuregulator	Allegro Super	0,5	l/ha	Haigustõrje, kasvuregulator	Allegro Super	0,5	l/ha	Haigustõrje, kasvuregulator	Allegro Super	0,5	l/ha	Haigustõrje, kasvuregulator	Allegro Super	0,5	l/ha
	JUUNI	Väetamine	-	-	-	Väetamine	-	-	-	Väetamine	-	-	-	Väetamine	AN 34,4	145	kg/ha
	AUG.	Koristus	Fredis	3,00	t/ha	Koristus	Fredis	3,65	t/ha	Koristus	Fredis	3,85	t/ha	Koristus	Fredis	3,93	t/ha

Lisa 3. Eerika katsepõllu tööprotsessid mahepõllumajanduses ühes tootmistsüklis

		Mahe M0				Mahe M1				Mahe M2			
	Kuu	Tehtud töö	Materjal	Kogus	Ühik	Tehtud töö	Materjal	Kogus	Ühik	Tehtud töö	Materjal	Kogus	Ühik
2013	AUG.	Kündmine	/	/	/	Kündmine	/	/	/	Kündmine	/	/	/
	AUG.	Kultiveerimine	/	/	/	Kultiveerimine	/	/	/	Kultiveerimine	/	/	/
	AUG.	Kultiveerimine	/	/	/	Kultiveerimine	/	/	/	Kultiveerimine	/	/	/
	SEPT.	Taliniisu külv	Fredis	231	kg/ha	Taliniisu külv	Fredis	231	kg/ha	Taliniisu külv	Fredis	231	kg/ha
	SEPT.	Külvi rullimine	/	/	/	Külvi rullimine	/	/	/	Külvi rullimine	/	/	/
2014	APR.	Väetamine	-	-	-	Väetamine	-	-	-	Väetamine	Sõnnik	10	t/ha
	APR.	Äestamine	/	/	/	Äestamine	/	/	/	Äestamine	/	/	/
	APR.	Äestamine	/	/	/	Äestamine	/	/	/	Äestamine	/	/	/
	AUG.	Koristus	Fredis	3,42	t/ha	Koristus	Fredis	3,7	t/ha	Koristus	Fredis	3,52	t/ha
	AUG.	Freesimine + vahekultuuri külv	-	-	-	Freesimine + vahekultuuri külv	Talirüps + rukis	6/180	kg/ha	Freesimine + vahekultuuri külv	Talirüps + rukis	6/180	kg/ha

**Lihthitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks
ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Mina, Kristiina- Karoliina Mägi, sünniaeg 30.06.1998

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihthitsentsi) enda loodud lõputöö, Tava- ja mahepõllumajandusliku talinisu kasvatamise tootlikkus ja kvaliteedinäitajad Eesti maaülikooli teise rotatsiooni katsepõldude näitel aastatel 2013–2017,

mille juhendaja on Liis Oper ja Liina Talgre

- 1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,
- 1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja
- 1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;
3. kinnitan, et lihthitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor

Allkiri
(allkirjastatud digitaalselt)

Tartu, 24.05.2021

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(allkirjastatud digitaalselt)

(allkirjastatud digitaalselt)